

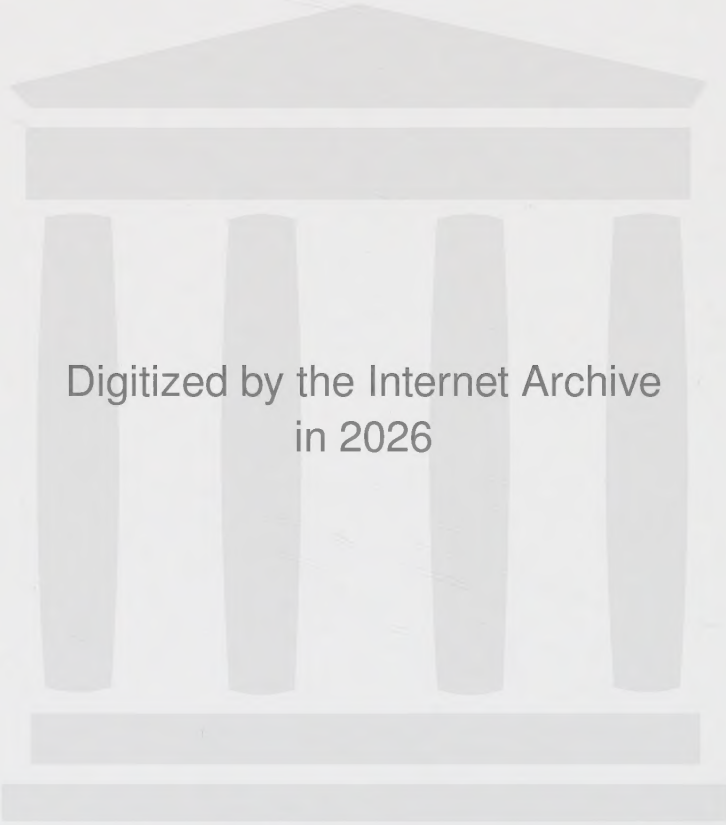
FRAKTUREN UND PSEUDARTHROSEN
DER CLAVICULA
ERGEBNISSE DER OPERATIVEN
THERAPIE

Josef Leitl

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554619_0065

Aus der Orthopädischen Klinik in Harlaching
der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. med. C.J. Wirth)

FRAKTUREN UND PSEUDARTHROSEN DER CLAVICULA
ERGEBNISSE DER OPERATIVEN THERAPIE

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Josef Leitl
aus Palling

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: ... Prof. Dr. med. W. Keyl..
Mitberichterstatter: Prof. Dr. F. Rueff.....
Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann..
Tag der mündlichen Prüfung: 15.10.1987.....

Für meine Eltern

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
I. Einleitung	1
II. Vorbemerkungen	
1. Begriffsbestimmung	1
2. Ätiologie und Pathogenese	2
3. Diagnostik	7
4. Operative Behandlung	9
III. Eigenes Krankengut	
1. Auswertungsmethode	16
2. Allgemeine Angaben	17
a. Lokalisation, Art der Verletzung	17
b. Alters- und Geschlechtsverteilung	19
c. Ursachen	21
d. Nebenverletzungen	25
3. Operative Behandlung	26
a. Frische Fraktur	26
b. Verzögerte Kallusbildung	30
c. Pseudarthrose	31
4. Postoperative Komplikationen	34
IV. Nachuntersuchungsergebnisse	
1. Frische Frakturen	35
2. Verzögerte Kallusbildung	44
3. Pseudarthrosen	50
4. Zusammenfassung der Ergebnisse	62
V. Diskussion	
1. Lokalisation	73
2. Ursachen	74
3. Geschlechtsverteilung	75
4. Altersverteilung	75

	Seite
5. Nebenverletzungen	76
6. Indikation	76
7. Operationsmethode	77
8. Postoperative Komplikationen	81
9. Nachbehandlung	81
10. Spätergebnisse	82
11. Schlußfolgerung	85
VI. Zusammenfassung	87
VII. Literaturverzeichnis	88

I. Einleitung

Die Claviculafraktur stellt eine der häufigsten Frakturen am knöchernen Gerüst dar. Trotz primär guter Heilungstendenz dieser Fraktur kann es zur verzögerten Konsolidierung oder zur Entstehung einer Pseudarthrose kommen.

Im Hinblick auf die Behandlung stellen sich dem Arzt folgende Fragen:

- Wann soll operiert werden?
- Welche Operationsmethode soll angewandt werden?
- Wie sind die postoperativen Ergebnisse?

An Hand eigener Erfahrungen und Ergebnisse und unter Berücksichtigung von Angaben aus der Literatur wird versucht, Antworten auf diese Fragen zu geben.

II.1. Begriffsbestimmung

a. Frische Fraktur

Hierunter fallen Frakturen, welche nicht älter als 6 Wochen sind (28).

b. Verzögerte Heilung (delayed union)

Definitionsgemäß liegt eine verzögerte Heilung vor, wenn eine Fraktur nach 6 Wochen nicht knöchern konsolidiert ist (28).

c. Pseudarthrose

Unter dem Begriff Pseudarthrose versteht man im ursprüng-

lichen Sinne eine Falschgelenkbildung. Nur in den seltensten Fällen jedoch stellt sich eine Pseudarthrose durch ein echtes Falschgelenk dar, bei welchem die sklerotischen Frakturen gegen die Markhöhlen abgedeckelt und von Knorpel bedeckt sind. Man würde in einem solchen Fall von einer Neoarthrose oder auch false joint sprechen.

Eine Pseudarthrose liegt vor, wenn eine Fraktur nach 6 Monaten nicht knöchern geheilt ist (28).

Trotz dieser hier angegebenen Zeitspannen handelt es sich bei der Pseudarthrose oder der verzögert heilenden Fraktur um keinen abgeschlossenen Prozeß. PAUWELS und DENIS konnten zeigen, daß die früher für wertlos gehaltene Pseudarthrose durchaus eine biologische Potenz zur knöchernen Ausheilung besitzt. An Hand des Röntgenbildes ist dies jedoch schwer zu beurteilen. Röntgenologisch als atrophisch eingestufte Pseudarthrosen zeigen so szintigraphisch biologische Aktivität. Bei vorhandener Heilungspotenz fehlen oft nur die rein mechanischen Voraussetzungen für eine knöcherne Heilung (42).

II.2. Ätiologie und Pathogenese

a. Frische Fraktur

- Indirekte und direkte Gewalteinwirkung

Die Claviculafraktur entsteht sowohl durch direkte als auch durch indirekte Gewalteinwirkung.

Bei direkter Gewalteinwirkung trifft der Stoß oder Schlag

unmittelbar auf den durch Weichteile nicht geschützten Knochen.

Typische Bruchstelle ist der Übergang vom mittleren zum distalen Drittel. Als Bruchform findet sich vorzugsweise ein Querbruch oder ein Stückbruch.

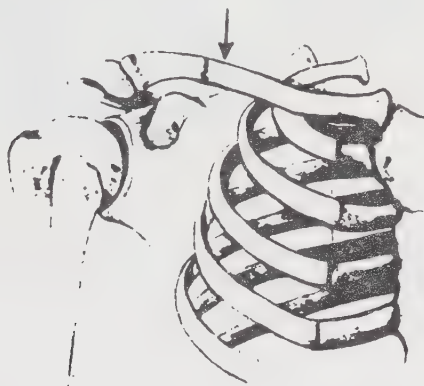


Abb. 1: Mediale Fraktur nach direkter Gewalteinwirkung auf die Clavicula (6)

Zu einer indirekten Fraktur kann es kommen:

- durch Sturz auf den im Schultergelenk abgespreizten Arm (8):

Die Kraft wird dabei zum Schlüsselbein hin fortgeleitet und durch axiale Aufstauchung kommt es zur typischen Biegefraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel. Dort liegt zugleich die schwächste Stelle des Knochens.

- Beim Heben schwerer Lasten:

Dabei kann das Schlüsselbein unter so starken muskulären Druck geraten, daß es bricht.

- durch Krafteinwirkung auf die Schulter, z. B. durch einen Sturz kann die Clavicula durch Biegung über die erste Rippe als Hypomochlion brechen.





Abb. 2: Mediale Fraktur nach indirekter Gewalteinwirkung auf die Clavicula (6)

- Osteolytische Prozesse

Selten sind Frakturen im Zusammenhang mit osteolytischen Prozessen, welche posttraumatisch, durch primäre Tumoren oder Tumormetastasen entstehen können.

- Geburtstrauma

Auch durch geburtstraumatische Vorgänge kann es zur Claviculafraktur kommen (15,29,19).

Nach Gewalteinwirkung kommt es am häufigsten zu Frakturen des medialen Schlüsselbeindrittels, und zwar vor allem am Übergang zum lateralen Drittel. Weniger häufig sind Frakturen des distalen Drittels. Sie werden nach NEER

und ROCKWOOD unterschieden (30):

- bandstabile, interligamentäre Brüche, meist durch direkte Gewalteinwirkung auf die Schulterhöhe,
- instabile Brüche mit Abriß der Bandhaft am proximalen Fragment. Diese Frakturen entstehen meist durch indirekte Gewalteinwirkung und sind auf Grund der Instabilität pseudarthrosengefährdet.
- distale, teilweise intraartikulär verlaufende Schlüsselbeinbrüche, welche zur Bildung von Arthrosen im Acromioclaviculargelenk führen.

Brüche des proximalen Drittels sind äußerst selten. Sie entstehen durch direkte Gewalteinwirkung von der Seite. Da das Lig. costoclaviculare unversehrt bleibt, findet sich bei diesen Frakturen nur ausnahmsweise eine stärkere Fragmentdislokation (31).

b. Verzögerte Kallusbildung, Pseudarthrose

Für die Entstehung der Pseudarthrosen bzw. verzögerter Kallusbildung kommen verschiedene Ursachen in Betracht:

- Instabile Osteosynthese
- Infektion
- Gewebsverlust
- Distraktion der Fragmente
- Fehlstellung durch Scherkräfte
- fehlende konsequente Ruhigstellung und häufige Repositionsversuche
- Weichteilinterposition
- Trümmerbruch
- Elektrolytverschiebungen
- osteolytische Tumormassen (36,42)

Bei der Knochenbruchheilung unterscheidet man eine primäre

und eine sekundäre Heilung.

Die primäre Heilung setzt unter der Voraussetzung einer stabilen Osteosynthese ein. Dabei müssen die Fragmentenden lückenlos adaptiert sein. Der Bruchspalt wird dann ohne Kallusbildung von den Osteonen direkt überbrückt. Meist ist jedoch die Osteosynthese nicht vollkommen stabil, sodaß es durch Bewegungen im Frakturbereich zur Ausbildung eines Unruhecallus kommt. Dieser wird jedoch in der Regel zum Fixationscallus, womit die Voraussetzung für die Heilung gegeben ist.

Bei nicht fugenlos adaptierten Brüchen, z. B. bei konservativer Behandlung, kommt es zur sekundären Heilung. Es bildet sich dabei eine bindegewebige Kallusmanschette aus, welche die Fraktur stabilisiert und damit den Ausgangspunkt der Verknöcherung darstellt. Nach biomechanischen Vorstellungen kommt es unter der Einwirkung von Fremdkräften auf den Kallus während der Heilungsphase nicht zur Ausbildung einer Verknöcherung. Wird also das Kallusleergerüst zu früh belastet, in Verbindung mit Schub- und Scherkräften im Frakturspalt, so bleibt ein Umbau des Faserknorpels zum Knochen aus.

Für die instabile Osteosynthese gibt WEBER folgende Punkte an:

- die lokale Instabilität ist größer als die Potenz des Unruhecallus zur Fixation. Es kommt in der Regel zum Zusammenbruch der Osteosynthese (z. B. Plattenbruch).
- Fragmentdevitalisierung, etwa nach Trümmerbrüchen, oft kombiniert mit zusätzlicher Instabilität im Frakturbereich.
- Infektion einer mit Osteosynthese versorgten Fraktur.
- biomechanische Gründe (42).

II.3. Diagnostik

a. Frische Fraktur

- Klinik

Die Claviculafraktur zeigt neben einer örtlichen Schwellung und Druckschmerzhaftigkeit auch eine Bewegungseinschränkung des Armes der betroffenen Seite. Häufig lassen sich Crepitation und falsche Beweglichkeit nachweisen.

Die spärliche Weichteilbedeckung der Clavicula bedingt schon frühzeitig das Auftreten eines sichtbaren Frakturhämatoms.

Sind die Fragmente stärker disloziert, kommt es zu einer sichtbaren Verkürzung des Schulterstegs und einem deutlichen Hervorragen der Bruchstücke.

Gelegentlich treten auch Parästhesien oder Durchblutungsstörungen im Arm auf. Ursache ist eine Irritation oder Kompression der zwischen Clavicula und Brustkorb verlaufenden Nerven und Gefäße. Zu jeder klinischen Untersuchung einer frischen Claviculafraktur gehört deshalb die Prüfung von Sensibilität und Motorik des Armes der betroffenen Seite und die Untersuchung der Durchblutung an diesem Arm. Nach dem Bruch des Schlüsselbeins wird die Schulter durch das Gewicht des Armes und durch Muskelzug nach unten gezogen und gleichzeitig durch den M. pectoralis major nach vorne und innen gezogen.

- Röntgen

Die Claviculafraktur läßt sich durch Aufnahmen in zwei Ebenen leicht nachweisen. Bei der am häufigsten anzutreffenden medialen Fraktur zeigt die a.p.-Aufnahme typischerweise

eine Dislokation des medialen Anteils nach kranial und des lateralen Anteils nach kaudal. Das laterale Fragment folgt dabei dem Zug des Armes und der Schulter nach unten. Gleichzeitig erfolgt eine Verschiebung in der Längsrichtung zum Sternum hin, verursacht durch Zug des M. pectoralis major. Die Verschiebung des medialen Fragments nach kranial beruht auf der direkten Zugwirkung des M. sternocleidioideus (25,27,31).

b. Pseudarthrose

- Klinik

Die Claviculapseudarthrose zeichnet sich wie die Fraktur meist durch Druck- und Bewegungsschmerz aus.

Sie kann sich klinisch jedoch auch völlig stumm verhalten, wie dies z. B. bei straffen Pseudarthrosen beobachtet werden kann. Die Pseudarthrose kann bei der Untersuchung Crepitation und falsche Beweglichkeit der Fragmente zeigen. Gesichert wird die Diagnose durch Röntgenaufnahmen.

- Röntgen

Es sind dazu meist Aufnahmen in zwei Ebenen erforderlich. Ist dann die Diagnose noch nicht sicher, werden Schichtaufnahmen angefertigt, oder es wird versucht, die Pseudarthrose unter Bildwandlerkontrolle nachzuweisen. Es können röntgenologisch je nach Ausmaß der Kallusbildung unterschieden werden:

- Elefantenfußpseudarthrosen mit starker Kallusbildung
- Oligotrophe Pseudarthrosen mit mäßiger Kallusbildung
- Atrophische Pseudarthrosen mit röntgenologisch kaum sichtbarer Kallusbildung und atrophisch zugespitzten

Fragmentenden.

Je nach Fixationskraft des Kallus wird zusätzlich zwischen straffen und schlaffen Pseudarthrosen unterschieden (42).

II.4. Operative Behandlung

a. Geschichtliches

Den Begriff der Osteosynthese verwendet in der Knochenchirurgie als erster der Belgier LAMBOTTE in einem Buch über die Behandlung veralteter und hartnäckiger Frakturen aus dem Jahre 1907. Die verschiedenen Methoden der Osteosynthese reichen jedoch weiter zurück als der Begriff (6).

Das Verfahren der Cerclage wurde nach ROTSCCHILD schon von arabischen Ärzten im Altertum angewandt (25).

LAMBOTTE verwendete bereits 1891 für die Behandlung am Schlüsselbein Metallplatten.

Im Jahre 1930 stellt der Amerikaner LESLEY RUSH die Nage- lung mit dem sogenannten Rush-Pin zur Frakturbehandlung vor. Er sieht auch bei der Behandlung der Claviculafraktur in manchen Fällen eine Indikation zur Rush-Pinnung (37).

Bei der Behandlung von Pseudarthrosen wurde bereits 1760 durch CH. WHITE die Resektion geübt.

Zur Behandlung der Pseudarthrosen entwickelten ALBEE und LEXER 1920 ein Verfahren, bei welchem zur Anregung der Osteogenese ein Kortikalisspan in den aufgebohrten Markkanal eingebracht wurde (24).

Heute noch gültige Richtlinien für die Behandlung der Claviculafraktur und Claviculapseudarthrosen stellte im Jahre

1960 die ARBEITSGEMEINSCHAFT OSTEOSYNTHESEFRAGEN (AO) auf.

b. Laterale Fraktur

Die Behandlung der lateralen Fraktur soll nach Angaben der AO mit der Zuggurtungsosteosynthese erfolgen.

Dabei werden zwei gekreuzte Kirschnerdrähte von lateral in die Clavicula eingebracht. Über der Fraktur wird zusätzlich ein Zuggurtungsdraht angebracht.

Ist die Fraktur mit einer coracoclaviculären Bandruptur kombiniert, und liegt sie lateral der gerissenen Bänder, soll die Fraktur zusätzlich mit einer transacromialen, langen Malleolarschraube stabilisiert werden. Eine nötige Bandrekonstruktion kann aus einer Hälfte der Coracobrachialissehne erfolgen (8,28).

ALBRECHT empfiehlt bei der lateralen Fraktur, bei welcher nur der mediale Anteil der coracoclaviculären Bänder ruptiert ist, die extraartikuläre Zuggurtung mit zwei gekreuzten Kirschnerdrähten. Bei Gelenkfrakturen sollen die Fragmente mit Kirschnerdraht oder Kleinfragmentschrauben fixiert werden.

Laterale Trümmerfrakturen können die Teilresektion erforderlich machen (1).

Andere Methoden zur Behandlung der lateralen Fraktur sind die Plattenosteosynthese mit formadaptierten Platten (z.B. Balserplatte) oder Rekonstruktionsplatten. Auch die kleine T-Platte aus dem Kleinfragmentinstrumentarium kann zur Behandlung der lateralen Fraktur geeignet sein (31,17).

Bei der lateralen Fraktur kann ein stark disloziertes mediales Fragment auch mit einer Spongiosaschraube oder einer Federschraube fixiert werden. Die Schraube wird vom medialen Fragment der Clavicula in den Proc. coracoideus eingeschraubt.

In manchen Fällen ist die laterale Fraktur mit einer Spre-

gung des Kapselbandapparates am Acromioclaviculargelenk verbunden. Nach TOSSI werden drei Schweregrade unterschieden.

Eine Indikation zur Operation ist bei Sportlern und körperlich schwer arbeitenden Personen mit Schweregrad II und III gegeben, bei sonstigen Personen besteht eine Indikation zur Operation erst bei Grad III (16). In Verbindung mit einer lateralen Fraktur erfolgt dann eine Rekonstruktion der acromioclaviculären und coracoclaviculären Bänder. Wird ein plastischer Bandersatz nötig, kann ein konserviertes Sehnentransplantat verwendet werden. Die Fraktur selbst wird durch Zuggurtungs- oder durch Plattenosteosynthese stabilisiert.



Abb.3: Zuggurtungsosteosynthese nach lateraler, intra-artikulärer Claviculafraktur (28)

c. Mediale Fraktur

Bei der Behandlung der medialen Fraktur gibt es wie bei der Behandlung der lateralen Fraktur sehr unterschiedliche Auffassungen über das geeignete Osteosyntheseverfahren.

Die intramedulläre Kirschnerdrahtfixation galt lange Zeit als ein sehr gebräuchliches Verfahren (34). Nach WITT stellte sie eine leichte und sichere Methode dar, um eine gute Wiederherstellung der herausgesprengten oder dislozierten Fragmente zu erreichen. Ein Nachteil der Marknagelung ist jedoch die Tatsache, daß durch sie keine Rotationsstabilität erreicht werden kann. Bei ungenügender Ruhigstellung kann es dann zur verzögerten Kallusbildung oder Pseudarthrosenbildung kommen.

Die Spickung mit dünnen Kirschnerdrähten stellt ein Verfahren dar, mit welchem nur eine lockere Fixation der Bruchstücke erreicht wurde. Außerdem wird immer wieder auf die Gefahr des Abwanderns der Drähte, schlimmstenfalls in das Mediastinum, hingewiesen (21).

Als weiteres Osteosyntheseverfahren wird die Rush-Pinnung genannt. Obwohl teilweise über gute Ergebnisse berichtet wurde (27), kann das Prinzip dieser Methode, nämlich die federnde, dynamische Fixation, bei dem markreichen und s-förmig gebogenen Schlüsselbein, technisch nicht erreicht werden. Durch Rotation der Fragmente lockert sich der Rush-Pin. Die Mehrzahl der Autoren kommt daher heute zur Auffassung, daß die Operation mit dem Rush-Pin kein geeignetes Osteosyntheseverfahren an der Clavicula ist (9, 21, 39).

Andere Verfahren, wie z. B. die Cerclage oder die alleinige Verschraubung, stellen keine geeigneten Methoden dar (38, 20, 34).

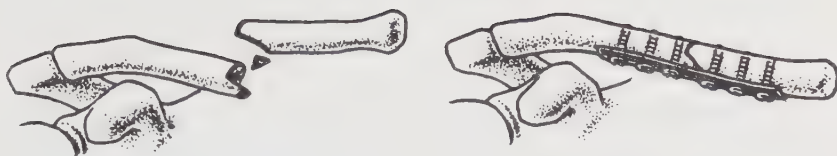


Abb. 4: Plattenosteosynthese nach medialer Claviculafraktur (28)

Die operative Versorgung der medialen Fraktur sollte heute mit der Plattenosteosynthese erfolgen. Folgende Platten stehen dazu zur Verfügung:

- gerade Halbrohr- oder Drittelrohrplatten
- vorgebogene Platten
- Rekonstruktionsplatten.

Eine Weiterentwicklung der früher verwendeten Rundlochplatte stellt die Spann-Gleitlochplatte dar (DCP). Das Plattenloch hat bei ihr die Form eines schrägen Halbzylinders. Durch den dazugehörigen sphärischen Schraubenkopf läßt sich bei Durchführung der Osteosynthese eine axiale Kompression auch ohne Spanner verwirklichen. Wegen der Krümmung des Schlüsselbeins läßt sich die axiale Kompression nur schwer verwirklichen. Selbst bei guter Anlage wirkt die Platte oft nur als Neutralisationsplatte (21). Schraubenausrisse und Plattenbrüche sind keine Seltenheit. Bei Durchführung der Osteosynthese mit den herkömmlichen Platten soll jedes Frakturfragment durch mindestens drei Schrauben gefasst werden.

Bei der neuen Rekonstruktionsplatte wird die Fraktur mit Kleinfragmentschrauben fixiert. Diese Platte kann in drei Ebenen gebogen werden und kann so der anatomischen Form

des Schlüsselbeins optimal angepaßt werden (18). Als Operationszugang wird die sagittale Inzision gewählt.

d. Sternale Fraktur

Die sternale Fraktur ist ein seltenes Ereignis (31). Sie bedarf fast nie einer operativen Behandlung, da sie meist nicht disloziert ist. Als Osteosynthesemethoden stehen die Spickdrahtfixierung, besser jedoch die Plattenosteosynthese, zur Verfügung.

e. Pseudarthrose, verzögerte Kallusbildung

Die operative Behandlung der Claviculapseudarthrose erfolgt nach den gleichen Grundsätzen wie die der frischen Frakturen. Da es sich jedoch um veraltete Frakturen handelt, wird weiter folgendermaßen vorgegangen:

- sparsame Resektion der Fragmentenden
- Entfernung von avitalem Gewebe
- plastische Rekonstruktion mit autologem Knochenmaterial.

Für die plastische Rekonstruktion mit autologem Knochenmaterial kommen folgende Verfahren in Betracht:

- Spongiosaplastik
- corticospongiöse Spanplastik
- einfache Spanplastik (z. B. Tibiaspan)
- Dekortikation.

Bei der Spongiosaplastik oder corticospongiösen Spanplastik wird autologes Material aus dem Beckenkamm entnommen. Es können dann entstandene Defekte an der Pseudarthrose aufgefüllt werden und zusätzlich wird die Heilung durch die autologe Spongiosa auf Grund ihrer osteogenetischen Potenz beschleunigt (42). Wird ein corticospongiöser Span verwendet, so kann mit diesem eine direkte mechanische

Schienung der Fraktur erreicht werden.

Der früher häufig verwendete Tibiaspan ist der Beckenkamm-spongiosa unterlegen, da mit ihm eine zusätzliche Immobilisierung der unteren Extremität verbunden ist.

Die autologe Spongiosa gewinnt rasch und schnell Anschluß an das Gefäßsystem, da sie teilweise am Leben bleibt.

Reine Corticalisspäne hingegen werden vollkommen resorbiert bevor neuer Knochen angebaut wird.

Bei der Knochenverpflanzung sind die Autotransplantate den homoioplastischen oder heteroplastischen Transplantaten vorzuziehen (42).

Bei der Dekortisation wird mit einem Meißel das Periost und ein Teil der Corticalis abgehoben. Im Inneren dieses Mantels, welcher zusätzlich mit Spongiosa aufgefüllt werden kann, setzt die Knochenneubildung verstärkt ein.

Bei der Osteosynthese der Pseudarthrosen werden analog zur Frakturbehandlung eine Vielzahl von Behandlungsmöglichkeiten angeführt.

Das Mittel der Wahl ist die Plattenosteosynthese. Bei lateralen Pseudarthrosen wird eine Zuggurtungsosteosynthese durchgeführt. In manchen Fällen kann auch die Resektion des lateralen Fragmentes notwendig werden.

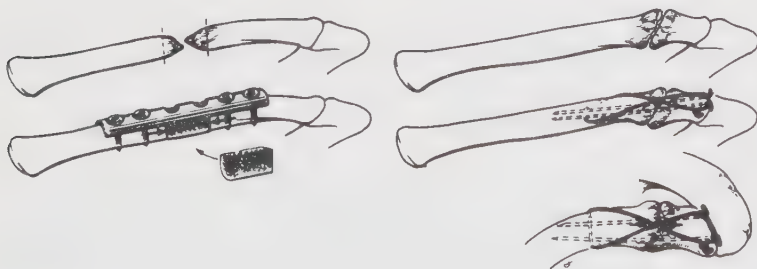


Abb. 5: Plattenosteosynthese und Zuggurtungsosteosynthese bei medialer bzw. lateraler Claviculapseudarthrose (42)



Abb. 6: a) Entnahme von Corticospingiosa aus der Becken-
schaufel
b) Reine Spongiosastückchen von 5 bis 8 mm Durch-
messer
c) Dünne Spongiosaspäne - Chips
d) Corticospingiose Blöcke (42)

III. Eigenes Krankengut

III.1. Auswertungsmethodik

Die Arbeit stützt sich auf Krankenakten und Röntgenbil-
der von insgesamt 75 Patienten, die in den Jahren 1964
bis 1983 an der Orthopädischen Universitätsklinik Harla-
ching operiert wurden.

Die für die Arbeit erforderlichen Daten wurden den Unter-

lagen entnommen und für jede Person aufgelistet. Durch Gegenüberstellung wurden Gruppen mit gemeinsamen Merkmalen geschaffen und diese in die Arbeit mit eingebracht.

Die Spätergebnisse stammen bei 30 der 75 Patienten aus einer klinischen Nachuntersuchung.

Im Rahmen dieser Nachuntersuchung wurde auch eine Röntgenkontrolle durchgeführt und den Patienten ein Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt.

Dieser Fragebogen wurde an alle 75 Adressen verschickt. Auf diese Weise konnten noch zusätzlich von 20 Personen, welche nicht zur Nachuntersuchung erschienen waren, Informationen gewonnen werden.

Bei 25 der 75 Patienten konnte weder direkt nachuntersucht werden, noch wurde von ihnen der Fragebogen beantwortet. Die meisten dieser Patienten waren nach unbekannt verzogen.

III.2. Allgemeine Angaben

a. Lokalisation, Art der Verletzung

MATTI teilt die Schlüsselbeinfraktur in mediale, acromiale und solche des sternalen Drittels ein. Bei unserem Gesamtkollektiv (75 Patienten) zeigten sich folgende Frakturlokalisationen:

Tab. 1: Frakturlokalisation frischer Frakturen

Sternales Drittel	1	3%
Mittleres Drittel	23	62%
Acromiales Drittel	13	35%
Gesamt	37	100%

Tab. 2: Frakturlokalisation Pseudarthrosen

Sternales Drittel	0	0%
Mittleres Drittel	21	75%
Acromiales Drittel	7	25%
Gesamt	28	100%

Tab. 3: Frakturlokalisation: Verzögerte Kallusbildung

Sternales Drittel	0	0%
Mittleres Drittel	6	60%
Acromiales Drittel	4	40%
Gesamt	10	100%

Tab. 4: Frakturlokalisation gesamtes Kollektiv

Sternales Drittel	1	1%
Mittleres Drittel	50	67%
Acromiales Drittel	24	32%
Gesamt	75	100%

Tab. 5: Frakturtyp

Schrägfraktur	30	40%
Querfraktur	34	45%
Mehrfragmentfraktur	11	15%
Gesamt	75	100%

Tab. 6: Seitenverteilung der Frakturen

rechts	33	44%
links	42	56%
Gesamt	75	100%

b. Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der 75 erfaßten Patienten liegt bei 28,4 Jahren zum Zeitpunkt der Fraktur. Betrachtet man den Geschlechtsunterschied, so liegt das Durchschnittsalter der Frauen bei 31,7 Jahren und das der Männer bei 25,1 Jahren. Das Durchschnittsalter der 28 Patienten mit einer Pseudarthrosenoperation liegt zum Zeitpunkt der Fraktur bei 30,6 Jahren. Bei den 10 Patienten mit einer verzögerten Kallusbildung errechnet sich ein Durchschnittsalter von 29,4 Jahren. Bei der Geschlechtsverteilung beträgt der Anteil der männlichen Patienten, bezogen auf das Gesamtkollektiv, 64%. Der Anteil der weiblichen Patienten beträgt 36%. Wird das Gesamtkollektiv unterteilt in frisch versorgte Frakturen, verzögerte Kallusbildungen und Pseudarthrosen, ergibt sich folgende Geschlechtsverteilung:

Tab. 7: Geschlechtsverteilung frische Frakturen

Männlich	27	73%
Weiblich	19	27%
Gesamt	37	100%

Tab. 8: Geschlechtsverteilung verzögerte Kallusbildung

Männlich	5	50%
Weiblich	5	50%
Gesamt	10	100%

Tab. 9: Geschlechtsverteilung Pseudarthrosen

Männlich	16	57%
Weiblich	12	43%
Gesamt	28	100%

Alters- und Geschlechtsverteilung

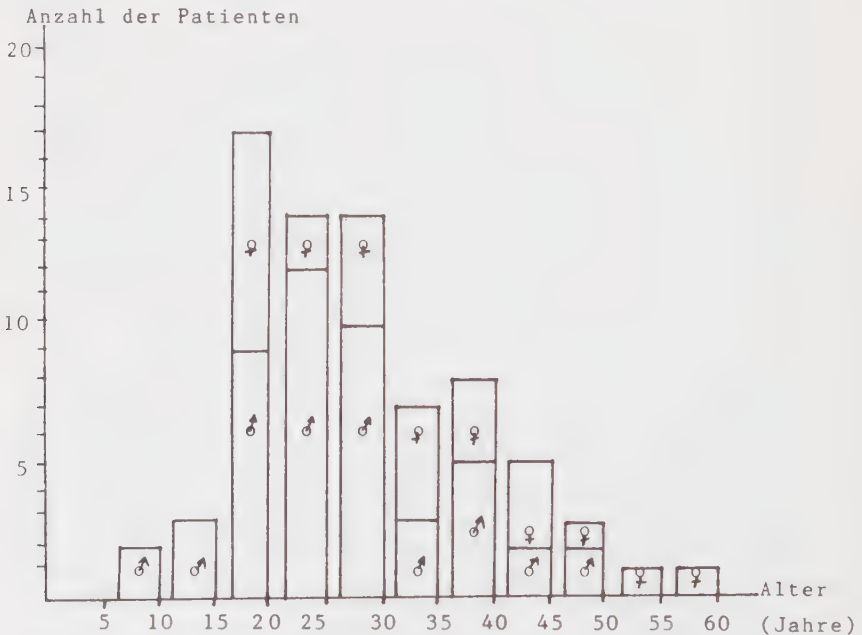


Abb.7: Alters- und Geschlechtsverteilung des Gesamtkollektivs

c. Ursachen

- Frische Frakturen

Unfälle im Straßenverkehr waren bei 37 Patienten (49,3%) die Ursache für eine Claviculafraktur.

Tab. 10: Ursachen im Straßenverkehr

Autounfälle	21	56,8%
Fahrradunfälle	9	24,3%
Motorradunfälle	4	10,8%
Mofaunfälle	3	8,1%
Gesamt	37	100,0%

Die zweithäufigste Ursache für eine Claviculafraktur stellen bei 24 Patienten (32%) die Sportunfälle dar.

Tab. 11: Ursachen beim Sport

Skilauf	7	29,0%
Reiten, Fußball, Bergsteigen, je	3	37,5%
Jogging	2	8,3%
Hochsprung, Judo, Skateboard, Windsurfen, Schwimmsport, Ringen, je	1	25,2%
Gesamt	24	100,0%

Sonstige Unfallursachen

Tab. 12: Sonstige Ursachen

Sturz beim Spaziergang	5	35,7%
Sturz in der Wohnung	4	28,6%
Arbeitsunfälle	2	14,3%
Spielunfälle	2	14,3%
Spontanfraktur	1	7,1%
Gesamt	14	100,0%

Tab. 13: Unfallursachen gesamt

Verkehr	37	49,3%
Sport	24	32,0%
Arbeit	2	2,7%
Sonstige	12	16,0%
Gesamt	75	100,0%

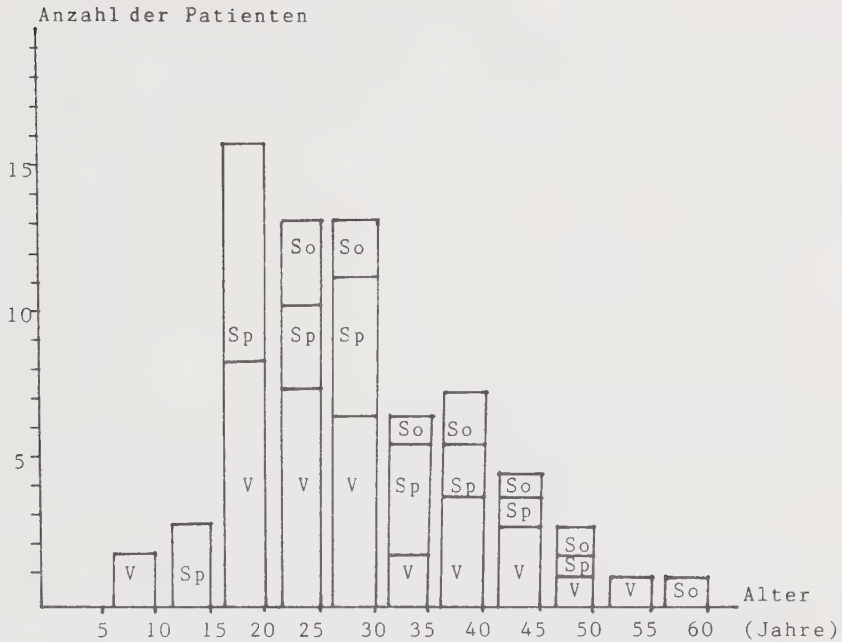


Abb. 8: Zuordnung der Verletzungsursachen zu den Altersstufen

V = Verkehrsunfall

Sp = Sportunfall

So = Sonstige Unfallursachen

- Pseudarthrosen

Für die Entstehung einer Pseudarthrose kann in erster Linie verantwortlich gemacht werden:

- inadäquate und oft fehlerhaft durchgeführte Osteosynthesemethode
- mangelnde Ruhigstellung
- zu frühe Belastung
- multiple Voroperationen.

Tab. 14: Osteosynthesemethoden der Voroperationen

Kirschnerdrahtfixation	8	36,4%
Plattenosteosynthese	5	22,7%
Rush-Pin	2	9,1%
Cerclage	2	9,1%
Offene Reposition ohne Osteosynthese	2	9,1%
Verschraubung	2	9,1%
Abtragung einer Exostose	1	4,5%
Gesamt	22	100,0%

Tab. 15: Methoden der konservativen Vorbehandlung

Rucksackverband	7	77,8%
Keine Therapie wegen Polytrauma	2	22,2%
Gesamt	9	100,0%

Aus den Krankenakten der voroperierten Patienten ging nicht hervor, ob die Voroperation kurz nach dem Unfall erfolgte, oder ob erst konservativ therapiert wurde und dann wegen einer verzögerten Kallusbildung die Operationsindikation gestellt wurde. Es kann also nicht sicher gesagt werden, ob es primär über eine Osteosynthese oder über eine verzögerte Kallusbildung nach konservativer Therapie und anschließender Osteosynthese zur Pseudarthrosenbildung gekommen war.

- Verzögerte Kallusbildung

Tab. 16: Vorbehandlung bei verzögerter Kallusbildung

Rucksackverband	9	90,0%
Plattenosteosynthese mit Implantatslockerung	1	10,0%
Gesamt	10	100,0%

d. Nebenverletzungen

Bei 22 Patienten (29,3% des Gesamtkollektivs) war die Schlüsselbeinfraktur mit Nebenverletzungen kombiniert. Folgende Nebenverletzungen traten auf:

Tab. 17: Nebenverletzungen

Commotio cerebri	10
Rippenfrakturen, Sprengung des AC- Gelenkes	je 4
Tibiafraktur, Scapulafraktur	je 3
Contusio cerebri	2
Oberschenkelfraktur, Ellbogenluxation, Oberarmfraktur, Jochbeinfr., Nasenbeinfr., Mittelhandknochenfr., Wirbelkörperfr., Schädelbruch, Lungenkontusion, Armplexuslähmung, Arteria-subclavialläsion	je 1

Die oben aufgeführten Verletzungen fanden sich bei den 22 Patienten meist nicht isoliert neben der Claviculafraktur, sondern traten als Mehrfachverletzungen auf.

III.3. Operative Behandlung

a. Frische Fraktur

- Indikation zur operativen Behandlung

Die Indikation zur operativen Behandlung der Claviculafraktur sollte streng gestellt werden, da die Heilungstendenz der Fraktur unter konservativer Behandlung äußerst gut ist. Die Operation bringt das allgemeine Operationsrisiko mit sich, Heilungsstörungen durch Infektionen und andere Komplikationsmöglichkeiten können auftreten. Als Indikation zur Operation werden bei unserem Krankengut folgende Punkte gesehen:

Tab. 18: Indikation zur Operation frischer Frakturen

Dislozierte laterale oder mediale Frakturen, die nach konservativem Therapieversuch nicht zu reponieren sind	21	56,8%
Mediale, laterale oder sternale Frakturen mit stärkerer Verletzung der Bandstrukturen	5	13,5%
Polytraumatisierte, mit Schlüsselbeinfrakturen zur Vereinfachung der Pflege und Verbesserung der Atmung	5	13,5%
Frakturen mit einer drohenden Hautdurchspießung durch ein abgesprengtes Fragment	4	10,8%
Plexusläsionen oder Gefäßverletzungen im Rahmen einer Claviculafr.	1	2,7%
Kosmetische Gründe	1	2,7%
Gesamt	37	100,0%

In der Literatur wird ferner angegeben:

Patienten mit Krampfanfällen, Morbus Parkinson oder anderen neurologischen Erkrankungen (43,27).

- Methode: Laterale Fraktur

In unserem Krankengut wurde bei 13 Patienten nach einer lateralen Fraktur die Indikation zur primären Osteosynthese gestellt. Folgende Osteosyntheseverfahren kamen zur Anwendung:

Tab. 19: Operative Therapie bei lateralen Frakturen

Kirschnerdrahtfixation	7	55,8%
Zuggurtungsosteosynthese	5	38,5%
Federschraube von der Clavicula in den Proc. coracoideus	1	7,7%

- Methode: Mediale Fraktur

Bei 24 Patienten wurde wegen einer medialen Fraktur eine Operation durchgeführt. Dabei kamen folgende Osteosynthesemethoden zur Anwendung:

Tab. 20: Operative Therapie bei medialen Frakturen

Plattenosteosynthese	15	62,5%
Intramedulläre Kirschnerdrahtfixation	9	37,5%
Gesamt	24	100,0%

Zur Plattenosteosynthese wurden in 8 Fällen 6-Loch-Platten, in 5 Fällen 5-Loch-Platten und in 2 Fällen 7-Loch-Platten verwendet. Je nach Stärke des Knochens handelte es sich dabei um Halbrohr- oder Drittelrohrplatten, wobei die Drittelrohrplatten häufiger genommen wurden.

- Methode: Sternale Fraktur

Eine sternale Fraktur trat nur in einem Fall auf. Sie trat in Verbindung mit einer medialen Fraktur auf. Es handelte sich also um eine Mehrfragmentfraktur, bei der der sternale Frakturspalt mit einem dünnen Kirschnerdraht stabilisiert wurde.

- Nachbehandlung und Behandlungsdauer:

Die Nachbehandlung der frischen Frakturen erfolgt durch Anlage eines Thoraxabduktionsgipses für 6 Wochen. Nach 6 Wochen wird der Gips zur Schale geschnitten und es wird mit krankengymnastischen Übungen begonnen.

Für frische Frakturen ohne Nebenverletzungen beträgt der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt 8 Tage.

Für frische Frakturen mit Nebenverletzungen beträgt der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt 10 Tage.

Zur Metallentfernung ist eine zusätzliche stationäre Behandlung von durchschnittlich 8 Tagen notwendig.

b. Verzögerte Kallusbildung

- Indikation

Eine schmerzhaft e Bewegungseinschränkung bei fehlendem knöchernen Durchbau stellten in 10 Fällen mit verzögerter Kallusbildung die Indikation zur Operation dar.

- Methode:

In 10 Fällen von verzögert heilenden Frakturen wurde eine Operation durchgeführt. In 6 Fällen war die Fraktur medial lokalisiert, in 4 Fällen lateral. Folgende Osteosyntheseverfahren wurden angewandt:

Tab. 21: Operative Therapie bei verzögerter Kallusbildung

Plattenosteosynthese	4	40,0%
Kirschnerdrahtfixation	3	30,0%
Zuggurtungsosteosynthese	2	20,0%
Fixierung mit Kleinfragment-schrauben	1	10,0%
Gesamt	10	100,0%

In allen Fällen wurde die Osteosynthese kombiniert mit der Anlage einer corticospongiösen Spanplastik.

- Nachbehandlung und Behandlungsdauer:

Die Nachbehandlung erfolgte wie bei der frischen Fraktur. Die durchschnittliche Dauer des Krankenhausaufenthaltes betrug 11 Tage. Hinzu kamen durchschnittlich 8 Tage für die Metallentfernung.

c. Pseudarthrose

- Indikation:

Die Indikation zur operativen Behandlung von Pseudarthrosen wurde bei Schmerzhaftigkeit und eingeschränkter Schulterbeweglichkeit gestellt.

- Methode:

In unserem Krankengut wurde bei 28 Patienten eine Pseudarthrosenoperation durchgeführt. Folgende Osteosyntheseverfahren kamen zur Anwendung:

Tab. 22: Operationsmethoden bei Pseudarthrosen

Plattenosteosynthese	14	50,0%
Intramedulläre Kirschner- drahtfixation	10	35,7%
laterale Resektion	3	10,7%
Zuggurtungsosteosynthese	1	3,6%
Gesamt	28	100,0%

Zur Plattenosteosynthese wurden in 9 Fällen 6-Loch-Platten, in 4 Fällen 5-Loch-Platten und in einem Fall eine 7-Loch-

Platte verwendet.

Die Kirschnerdrahtfixation wurde in 6 Fällen mit der Anlage von Cerclagen kombiniert. Diese dienten der Fixierung eines angelagerten Corticalis- bzw. corticospongiösen Spans.

Die Spanfixierung erfolgte zum Teil auch mit Cutgut bzw. Mersilenefäden. Insgesamt wurden drei verschiedene Methoden zur Spanfixierung angewandt:

- der T-förmige Span, welcher sowohl außen am Knochen als auch im Frakturspalt zu liegen kommt
- die einfache Spananlagerung
- der eingefaltzte Span.

Von den 28 Pseudarthrosen waren 7 lateral lokalisiert. Folgende Osteosyntheseverfahren wurden angewandt:

Tab. 23: Operationsmethoden bei lateraler Pseudarthrose

Laterale Resektion	3	42,8%
Kirschnerdrahtfixation	2	28,6%
Zuggurtungsosteosynthese	1	14,3%
Plattenosteosynthese	1	14,3%
Gesamt	7	100,0%

Die 21 medialen Pseudarthrosen wurden folgendermaßen behandelt:

Tab. 24: Operationsmethoden bei medialen Pseudarthrosen

Plattenosteosynthese	13	61,9%
Kirschnerdrahtfixation	8	38,1%
Gesamt	21	100,0%

- Nachbehandlung und Behandlungsdauer:

Die Nachbehandlung erfolgte durch Anlage eines Thoraxabduktionsgipses für 6 Wochen.

Eine knöcherne Durchbauung ist nicht in allen Fällen nach 6 Wochen zu erwarten. Vor allem bei mehrfach voroperierten Pseudarthrosen werden Gipstragezeiten bis maximal 14 Wochen notwendig. Bei den operierten Pseudarthrosen betrug die durchschnittliche Dauer des Krankenhausaufenthaltes 14,5 Tage.

III.4. Postoperative Komplikationen

In der postoperativen Phase traten folgende Komplikationen auf:

Tab. 25: Postoperative Komplikationen

Drahtwanderung	3	4,9%
Wundheilungsstörung	2	2,7%
Osteomyelitis	2	2,7%
Nahtdehiszenz	2	2,7%
Plexusirritation durch angelagerten Span	1	1,3%
Hämatom	1	1,3%
Gesamt	11	14,7% des Gesamtkollektivs

IV. Nachuntersuchungsergebnisse

IV.1. Frische Frakturen

a. Anamnestische Angaben

- Schmerzen an der Clavicula

73,9% der Patienten waren nach der Operation beschwerdefrei.
Über ständige Schmerzen klagte keiner der Patienten (Tab. 26).

Tab. 26: Schmerzen an der Clavicula

	keine Beschw.	Wetter- fühl- ig- keit	Belastungs- schmerzen	ständige Schmerzen	ges.
Mark- drahtung	5	1	-	-	6 26%
Platten- osteosyn.	9	2	1	-	12 52,2%
Zuggurt.- osteosyn.	2	1	1	-	4 17,4%
Fixierung mit Feder- schraube	1	-	-	-	1 4,4%
Gesamt	17 73,9%	4 17,4%	2 8,7%	-	23 100%

- Beweglichkeit

Bei 69,6% der Patienten bestand anamnestisch freie Beweglichkeit in Schulter und Arm. Eine Bewegungseinschränkung gaben 30,4% an (Tab. 27).

Tab. 27: Beweglichkeit

	nicht eingeschränkt	eingeschränkt	ges.
Markdrahtung	5	1	6 26,1%
Plattenosteosyn.	9	3	12 52,2%
Zuggurt.-osteosyn.	1	3	4 17,4%
Fixierung mit Feder-schraube	1	-	1 4,3%
Gesamt	16 69,6%	7 30,4%	23 100%

- Kraft in Arm oder Schulter

74% der Patienten hatten keinen Kraftverlust in Schulter oder Arm zu beklagen. Eine leichte und mäßige Krafteinschränkung gaben 26% an (Tab. 28).

Tab. 28: Kraft in Arm oder Schulter

	nicht eingeschränkt	leicht eingeschränkt	mäßig eingeschränkt	stark eingeschränkt	ges.
Mark- drahtung	9	-	-	-	9 39,1%
Platten- osteosyn.	6	2	1	-	9 39,1%
Zuggurt.- osteosyn.	1	3	-	-	4 17,5%
Fixier. m. Federschr.	1	-	-	-	1 4,3%
Gesamt	17 74%	5 21,7%	1 4,3%	-	23 100%

- Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

91,3% der Patienten haben keine Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter. Leichte Gefühlsstörungen bestehen seit der Operation bei den restlichen 8,7% (Tab. 29).

Tab. 29: Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

	keine	leichte G.störung	starke G.störung	Lähmungen	ges.
Mark- drahtung	5	1	-	-	6 26,1%
Platten- osteosyn.	11	1	-	-	12 52,2%
Zuggurt.- osteosyn.	4	-	-	-	4 17,4%
Fixier. m. Federschr.	1	-	-	-	1 4,3%
Gesamt	21 91,3%	2 8,7%	-	-	23 100%

- Narbenverhältnisse

Als unauffällig bezeichnen 39,1% der Patienten Ihre Operationsnarbe. 43,5% geben die Operationsnarbe als breit und blaß an. 17,4% erscheint sie wulstartig (Tab. 30).

Tab. 30: Narbenverhältnisse

	unauf- fällig	breit u. blaß	wulst- artig	stark ein- gezogen	ges.
Mark- drahtung	3	2	1	-	6 26%
Platten- osteosyn.	3	7	2	-	12 52,2%
Zuggurt.- osteosyn.	2	1	1	-	4 17,4%
Fixier. m. Federschr.	1	-	-	-	1 4,4%
Gesamt	9 39,1%	10 43,5%	4 17,4%	-	23 100%

- Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

87% der Patienten waren nach der Operation wieder im gleichen Maße sportfähig wie vor der Operation. 13% gaben an, daß Ihre Sportfähigkeit nachhaltig eingeschränkt ist (Tab. 31).

Tab. 31: Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

	Sportfähig wie früher	Sportfähig- keit einge- schränkt	gesamt
Mark- drahtung	6	-	6 26%
Platten- osteosyn.	11	1	12 52,2%
Zuggurt.- osteosyn.	2	2	4 17,4%
Fixier. m. Federschr.	1	-	1 4,4%
Gesamt	20 87%	3 13%	23 100%

b. Klinischer Befund

- Ergebnisse der Inspektion

Bei 58,3% zeigte sich inspektorisch ein unauffälliger Befund (Tab. 32).

Tab. 32: Ergebnisse der Inspektion

unauffälliger Befund	7	58,3%
Schulterhoch- oder Tiefstand	2	16,7%
deutlich sichtbarer Knochenhöcker	3	25,0%
Gesamt	12	100,0%

- Ergebnisse der Palpation

Ein palpatorisch unauffälliger Befund zeigte sich bei 91,7% der Patienten (Tab. 33).

Tab. 33: Ergebnisse der Palpation

unauffälliger Befund	11	91,7%
Druckschmerz	1	8,3%
Gesamt	12	100,0%

- Einschränkung der Bewegung im Schultergelenk

Die Innenrotation war bei 3 Patienten (25%) eingeschränkt. Die Prüfung der Abduktion, Außenrotation und Anteversion ergab bei je einem Patienten eine Bewegungseinschränkung von maximal 20 Grad (Tab. 34).

Tab. 34: Einschränkung der Bewegung im Schultergelenk

	keine	kleiner 20 Grad	20 bis 40 Grad	größer 40 Grad
Abduktion	11	1	-	-
Adduktion	12	-	-	-
Innenrotation	9	2	1	-
Außenrotation	11	1	-	-
Anteversion	11	1	-	-
Retroversion	12	-	-	-

- Einschränkung der Beweglichkeit in einer oder mehreren Ebenen bei unterschiedlichen Osteosynthesemethoden

Bei 66,7% der Patienten zeigte sich keine Bewegungseinschränkung. Bei 25% fand sich eine Einschränkung bis maximal 20 Grad. Bei 8,3% eine Einschränkung bis 40 Grad (Tab. 35).

Tab. 35: Einschränkung der Beweglichkeit in einer oder mehreren Ebenen bei unterschiedlichen Osteosynthesemethoden

	keine	kleiner 20 Grad	20 bis 40 Grad	größer 40 Grad	gesamt
Platten- osteosyn.	5	-	1	-	6 50%
Mark- drahtung	1	2	-	-	3 25%
Zuggurt.- osteosyn.	2	-	-	-	2 16,7%
Fixier. m. Federschr.	-	1	-	-	1 8,3%
Gesamt	8 66,7%	3 25%	1 8,3%	-	12 100%

Bei der Prüfung von Pronation, Supination, Beugung und Streckung im Ellbogengelenk fand sich in keinem Fall eine Einschränkung der Beweglichkeit.

- Ergebnisse der Röntgennachuntersuchung

Bei 25% der Patienten zeigten sich bei der Röntgennachuntersuchung auffällige Veränderungen (Tab. 36).

Tab. 36: Ergebnisse der Röntgennachuntersuchung

Befund	Anzahl der Patienten	Osteosyntheseverfahren
Achsenfehlstellung	1	Plattenosteosyn.
Arthrose im AC- oder SC-Gelenk	1	Zuggurtungsosteosynthese
Verlängerung oder Verkürzung des Knochens	-	-
Verkalkte Bandstrukturen	1	Zuggurtungsosteosynthese

IV.2. Verzögerte Kallusbildung

a. Anamnestische Angaben

- Schmerzen an der Clavicula

42,9% der Patienten waren nach der Operation beschwerdefrei. Über ständige Schmerzen klagte keiner der Patienten (Tab. 37).

Tab. 37: Schmerzen an der Clavicula

	keine Beschw.	Wetter- fühl- igkeit	Belastungs- schmerzen	ständige Schmerzen	Gesamt
Mark- drahtung	1	1	1	-	3 42,9%
Platten- osteosyn.	1	2	-	-	3 42,9%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 14,2%
Gesamt	3 42,9%	3 42,9%	1 14,3%	-	7 100%

Spätergebnisse aus Fragebögen wurden bei 7 Patienten erhoben.

- Beweglichkeit

Bei 57,2% der Patienten bestand anamnestisch freie Beweglichkeit in Schulter und Arm. Eine Bewegungseinschränkung gaben 42,8% an (Tab. 38).

Tab. 38: Beweglichkeit

	nicht eingeschränkt	eingeschränkt	gesamt
Markdrahtung	1	2	3 42,9%
Plattenosteosyn.	2	1	3 42,9%
Zuggurt.-osteosyn.	1	-	1 14,2%
Gesamt	4 57,2%	3 42,8%	7 100%

- Kraft in Arm oder Schulter

57,2% der Patienten hatten keinen Kraftverlust in Arm oder Schulter zu beklagen. Eine leichte und mäßige Kraftein-schränkung gaben 42,8% an (Tab. 39).

Tab. 39: Kraft in Arm oder Schulter

	nicht eingeschr.	leicht einge- schränkt	mäßig einge- schränkt	stark einge- schränkt	ges.
Mark- drahtung	1	1	1	-	3 42,9%
Platten- osteosyn.	2	1	-	-	3 42,9%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 14,2%
Gesamt	4 57,2%	2 28,6%	1 14,2%	-	7 100%

- Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

71,4% der Patienten haben keine Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter. Leichte Gefühlsstörungen bestehen seit der Operation bei den restlichen 28,6% (Tab. 40).

Tab. 40: Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

	keine	leichte G.störung	starke G.störung	Lähmungen	ges.
Mark- drahtung	1	2	-	-	3 42,9%
Platten- osteosyn.	3	-	-	-	3 42,9%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 14,2%
Gesamt	5 71,4%	2 28,6%	-	-	7 100%

- Narbenverhältnisse

Als unauffällig bezeichnet keiner der Patienten seine Operationsnarbe. 57,2% geben die Operationsnarbe als breit und blaß an. 42,8% erscheint sie wulstartig (Tab. 41).

Tab. 41: Narbenverhältnisse

	unauffällig	breit u. blaß	wulstartig	stark eingezogen	ges.
Markdrahtung	-	1	2	-	3 42,9%
Plattenosteosyn.	-	2	1	-	3 42,9%
Zuggurt.-osteosyn.	-	1	-	-	1 14,2%
Gesamt	-	4 57,2%	3 42,8%	-	7 100%

- Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

71,4% der Patienten waren nach der Operation wieder im gleichen Maße sportfähig wie vor der Operation. 28,6% gaben an, daß Ihre Sportfähigkeit nachhaltig eingeschränkt ist (Tab. 42).

Tab. 42: Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

	Sportfähig wie früher	Sportfähig- keit einge- schränkt	ges.
Mark- drahtung	2	1	3 42,9%
Platten- osteosyn.	2	1	3 42,9%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	1 14,2%
Gesamt	5 71,4%	2 28,6%	7 100%

b. Klinischer Befund

3 Patienten, welche mit einer verzögerten Kallusbildung operiert wurden, konnten klinisch nachuntersucht werden.

Tab. 43: Angewandte Osteosyntheseverfahren

Plattenosteosynthese	2
Markdrahtung	1

Die Inspektion ergab in allen drei Fällen einen unauffälligen Befund.

In einem Fall erwies sich die Clavicula als druckschmerzhaft. Die Funktion war in zwei Fällen, welche mit einer Plattenosteosynthese versorgt wurden, ohne Einschränkung. Der Patient, bei welchem eine Markdrahtung durchgeführt wurde, zeigte eine Bewegungseinschränkung bei Abduktion im Schultergelenk von weniger als 20 Grad.

Die Röntgenkontrolle zeigte in einem Fall einen Achsenknick des Schlüsselbeins. Ansonsten waren die Röntgenbefunde unauffällig.

IV.3. Pseudarthrosen

a. Anamnestische Angaben

Bei 20 Patienten konnten Spätergebnisse aus Fragebögen erhoben werden.

- Schmerzen an der Clavicula

40% der Patienten waren nach der Operation beschwerdefrei. Über ständige Schmerzen klagten 15% der Patienten (Tab. 44).

Tab. 44: Schmerzen an der Clavicula

	keine Beschw.	Wetter- fähig- keit	Belastungs- schmerzen	ständige Schmerzen	ges.
Mark- drahtung	3	1	-	2	6 30%
Platten- osteosyn.	4	4	2	-	10 50%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 5%
laterale Resektion	-	1	1	1	3 15%
Gesamt	8 40%	6 30%	3 15%	3 15%	20 100%

- Beweglichkeit

Bei 55% der Patienten bestand anamnestisch freie Beweglichkeit in Schulter und Arm. Eine Bewegungseinschränkung gaben 45% an (Tab. 45).

Tab. 45: Beweglichkeit

	nicht eingeschränkt	eingeschränkt	ges.
Markdrahtung	2	4	6 30%
Plattenosteosyn.	7	3	10 50%
Zuggurt.-osteosyn.	1	-	1 5%
laterale Resektion	1	2	3 15%
Gesamt	11 55%	9 45%	20 100%

- Kraft in Arm oder Schulter

40% der Patienten hatten keinen Kraftverlust in Arm oder Schulter zu beklagen. Eine leichte und mäßige Krafteinschränkung gaben 45%, eine starke Krafteinschränkung 15% der Patienten an (Tab. 46).

Tab. 46: Kraft in Arm oder Schulter

	nicht einge- schränkt	leicht einge- schränkt	mäßig einge- schränkt	stark einge- schränkt	ges.
Mark- drahtung	1	2	1	2	6 30%
Platten- osteosyn.	6	2	2	-	10 50%
Zuggurt.- osteosyn.	-	1	-	-	1 5%
laterale Resektion	1	-	1	1	3 15%
Gesamt	8 40%	5 25%	4 20%	3 15%	20 100%

- Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

50% der Patienten haben keine Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter. Leichte Gefühlsstörungen bestehen seit der Operation bei 30%, starke Gefühlsstörungen bei 15% und Lähmungen bei 5% (Tab. 47).

Tab. 47: Gefühlsstörungen an Arm oder Schulter

	keine	leichte G.störung	starke G.störung	Lähmungen	ges.
Mark- drahtung	2	1	2	1	6 30%
Platten- osteosyn.	5	5	-	-	10 50%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 5%
laterale Resektion	2	-	1	-	3 15%
Gesamt	10 50%	6 30%	3 15%	1 5%	20 100%

- Narbenverhältnisse

Als unauffällig bezeichnen 30% der Patienten Ihre Operationsnarbe. 45% geben die Operationsnarbe als breit und blaß an. 25% erscheint sie wulstartig (Tab. 48).

Tab. 48: Narbenverhältnisse

	unauf- fällig	breit u. blaß	wulst- artig	stark einge- zogen	ges.
Mark- drahtung	2	3	1	-	6 30%
Platten- osteosyn.	2	5	3	-	10 50%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 5%
laterale Resektion	1	1	1	-	3 15%
Gesamt	6 30%	9 45%	5 25%	-	20 100%

- Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

55% der Patienten waren nach der Operation wieder im gleichen Maße sportfähig wie vor der Operation. 45% gaben an, daß Ihre Sportfähigkeit nachhaltig eingeschränkt ist (Tab. 49).

Tab. 49: Einschränkung der Sportfähigkeit nach der Operation

	Sportfähig wie früher	Sportfähig- keit einge- schränkt	ges.
Mark- drahtung	2	4	6 30%
Platten- osteosyn.	6	4	10 50%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	1 5%
laterale Resektion	2	1	3 15%
Gesamt	11 55%	9 45%	20 100%

b. Klinischer Befund

15 Patienten, welche wegen einer Claviculapseudarthrose operiert wurden, konnten klinisch nachuntersucht werden.

Angewandte Osteosyntheseverfahren:

	Anzahl der Patienten
Plattenosteosynthese	8
Markdrahtung	4
Zuggurtungsosteosynthese	1
laterale Resektion	2

- Ergebnisse der Inspektion

Bei 53,3% zeigte sich inspektorisch ein unauffälliger Befund (Tab. 50).

Tab. 50: Ergebnisse der Inspektion

unauffälliger Befund	8	53,3%
Schulterhoch- oder Tiefstand	3	20,0%
deutlich sichtbarer Knochenhöcker	4	26,7%
Gesamt	15	100,0%

- Ergebnisse der Palpation

Ein palpatorisch unauffälliger Befund zeigte sich bei 66,7% der Patienten (Tab. 51).

Tab. 51: Ergebnisse der Palpation

unauffälliger Befund	10	66,7%
Druckschmerz	3	20,0%
deutliche Atrophie der Weichteile	2	13,3%
bewegliche Pseudarthrose	2	13,3%

- Einschränkung der Bewegung im Schultergelenk

Die Abduktion und die Anteversion waren bei 4 Patienten eingeschränkt. Die Prüfung der Adduktion, Innenrotation und Retroversion ergab bei je 3 Patienten eine Bewegungseinschränkung, die Prüfung der Außenrotation bei 2 Patienten (Tab. 52).

Tab. 52: Einschränkung der Bewegung im Schultergelenk

	keine	kleiner 20 Grad	20 bis 40 Grad	größer 40 Grad
Abduktion	11	-	1	3
Adduktion	12	2	1	-
Innenrotation	12	1	1	1
Außenrotation	13	2	-	-
Anteversion	9	2	2	2
Retroversion	12	3	-	-

- Einschränkung der Bewegung im Ellbogengelenk

Die Prüfung der Supination ergab in 2 Fällen eine Bewegungseinschränkung (Tab. 53).

Tab. 53: Einschränkung der Bewegung im Ellbogengelenk

	keine	kleiner 20 Grad	20 bis 40 Grad	größer 40 Grad
Pronation	15	-	-	-
Supination	13	2	-	-
Beugung	15	-	-	-
Streckung	15	-	-	-

- Einschränkung der Beweglichkeit in einer oder mehreren Ebenen bei unterschiedlichen Osteosynthesemethoden

Bei 60% der Patienten zeigte sich keine Bewegungseinschränkung. Bei 13,3% fand sich eine Einschränkung bis maximal 20 Grad, bei 13,3% eine Einschränkung bis 40 Grad und bei 13,3% eine Einschränkung über 40 Grad (Tab. 54).

Tab. 54: Einschränkung der Beweglichkeit in einer oder mehreren Ebenen bei unterschiedlichen Osteosynthesemethoden

	keine	kleiner 20 Grad	20 bis 40 Grad	größer 40 Grad	ges.
Platten- osteosyn.	6	1	1	-	8 53,3%
Mark- drahtung	1	-	1	2	4 26,7%
Zuggurt.- osteosyn.	1	-	-	-	1 6,7%
laterale Resektion	1	1	-	-	2 13,3%
Gesamt	9 60%	2 13,3%	2 13,3%	2 13,3%	15 100%

- Ergebnisse der Röntgennachuntersuchung

Bei der Röntgennachuntersuchung zeigten sich als auffällige Befunde: Achsenfehlstellung, Arthrose im AC- oder SC- Gelenk, Verlängerung oder Verkürzung des Knochens (Tab. 55).

Tab. 55: Ergebnisse der Röntgennachuntersuchung

Befund	Anzahl der Patienten	Osteosyntheseverfahren (Häufigkeit)
Achsenfehlstellung	6	Plattenosteosyn. (4) Markdrahtung (2)
Arthrose im AC- oder SC- Gelenk	2	Plattenosteosyn. (1) Zuggurt.osteosyn. (1)
Verlängerung oder Verkürzung des Knochens	6	Plattenosteosyn. (4) laterale Resekt. (2)
Verkalkte Bandstrukt.	-	-

IV.4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei 50 Patienten, welche wegen einer Pseudarthrose, Fraktur oder verzögerten Kallusbildung operiert wurden, konnten Spätergebnisse aus Fragebögen erhoben werden.

- Anamnestische Angaben

Eine Gegenüberstellung der Spätergebnisse von frischen Frakturen, Frakturen mit verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bezüglich der anamnestischen Angaben der Patienten zeigen Abb. 9 und Abb. 10.

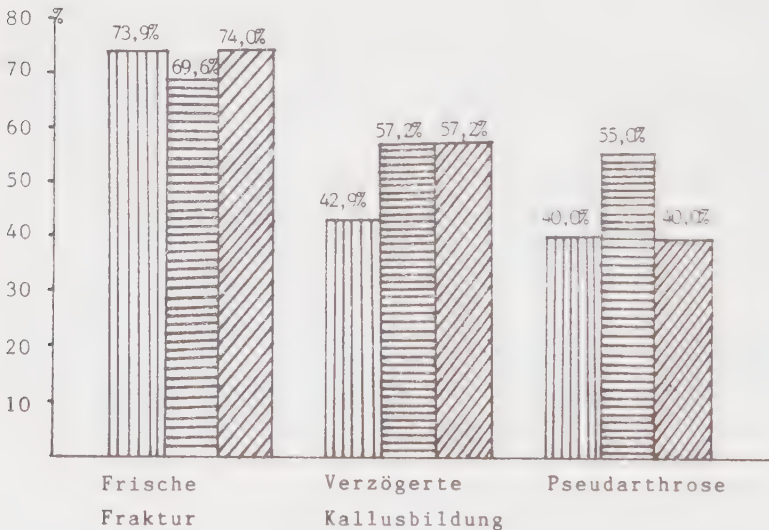


Abb. 9: Anamnestische Angaben: Schmerzfreiheit, freie Beweglichkeit, normale Kraftverhältnisse



= Schmerzfreiheit



= Freie Beweglichkeit



= Normale Kraftverhältnisse

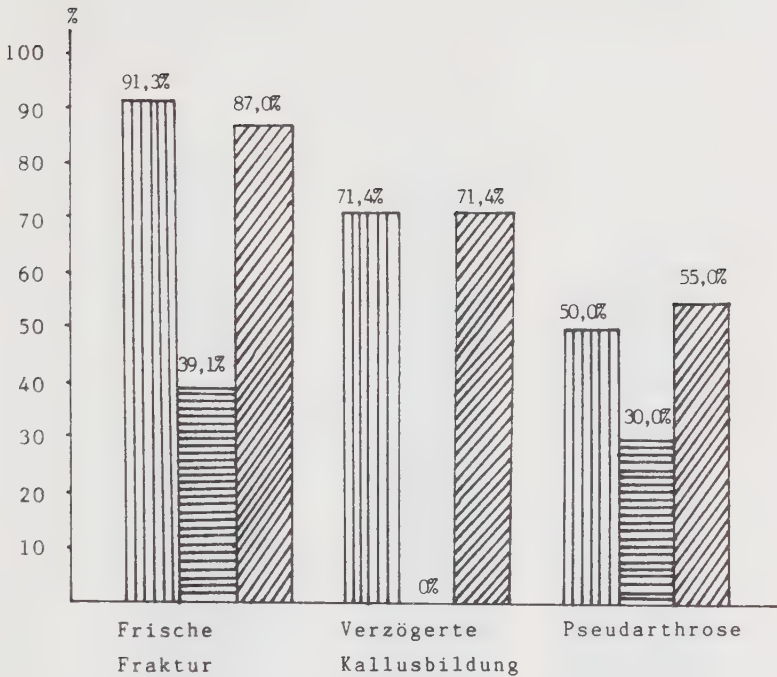


Abb.10: Anamnestische Angaben: Gefühlsstörungen, Narbenverhältnisse, Sportfähigkeit



= Keine Gefühlsstörungen



= Unauffällige Narbenverhältnisse



= Uneingeschränkte Sportfähigkeit

- Ergebnis der klinischen Nachuntersuchung

30 Patienten, welche wegen einer Claviculafraktur, Claviculapseudarthrose oder verzögert geheilten Fraktur operiert wurden, konnten klinisch nachuntersucht werden.

Eine Gegenüberstellung der Befunde von Patienten mit frischen Frakturen, Frakturen mit verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bezüglich Inspektion und Palpation zeigt Abb. 11.

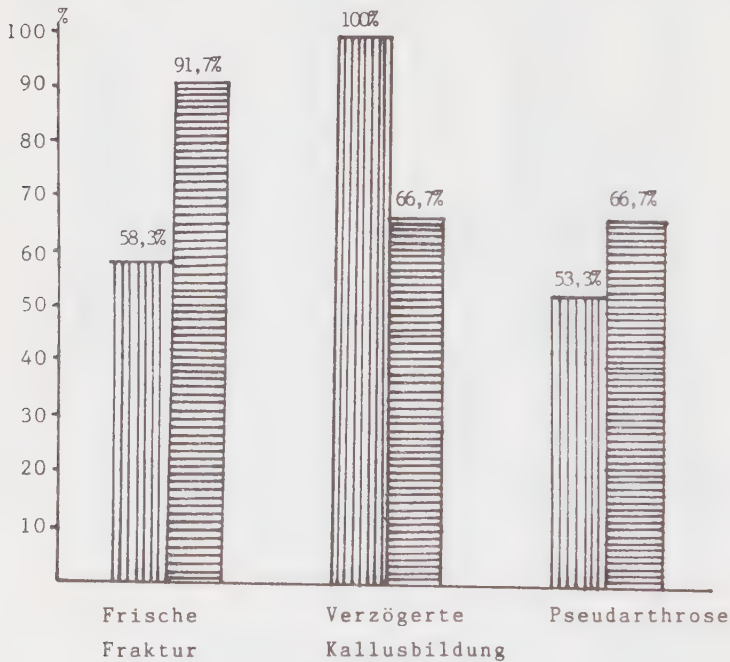


Abb. 11: Klinisch unauffällige Inspektion und Palpation

 = Inspektion unauffällig

 = Palpation unauffällig

Abb. 12 und Abb. 13 zeigen eine Gegenüberstellung der Spätergebnisse von Patienten mit frischen Frakturen, verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bezüglich der freien Beweglichkeit im Schultergelenk in den verschiedenen Bewegungsebenen.

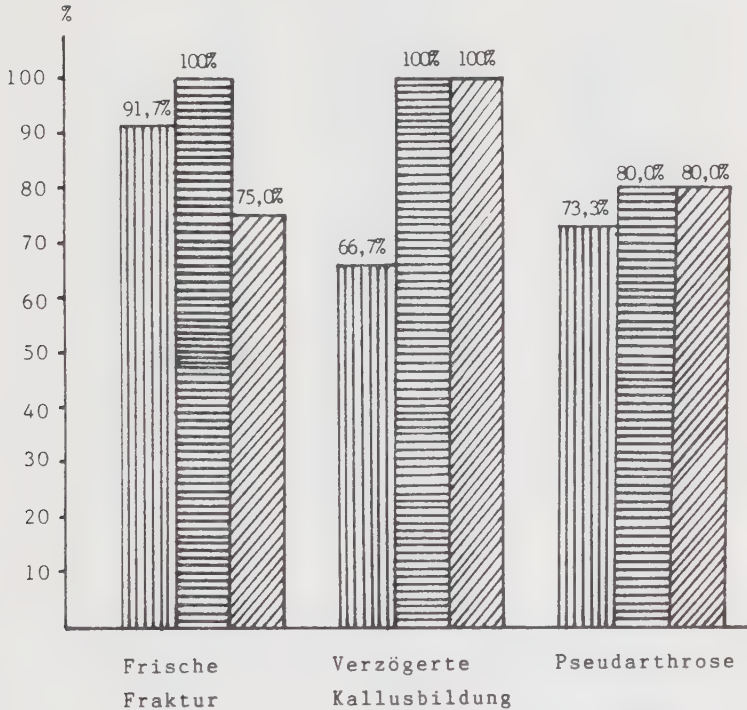


Abb. 12: Freie Bewegung im Schultergelenk bei Abduktion, Adduktion und Innenrotation

-  = Abduktion
-  = Adduktion
-  = Innenrotation

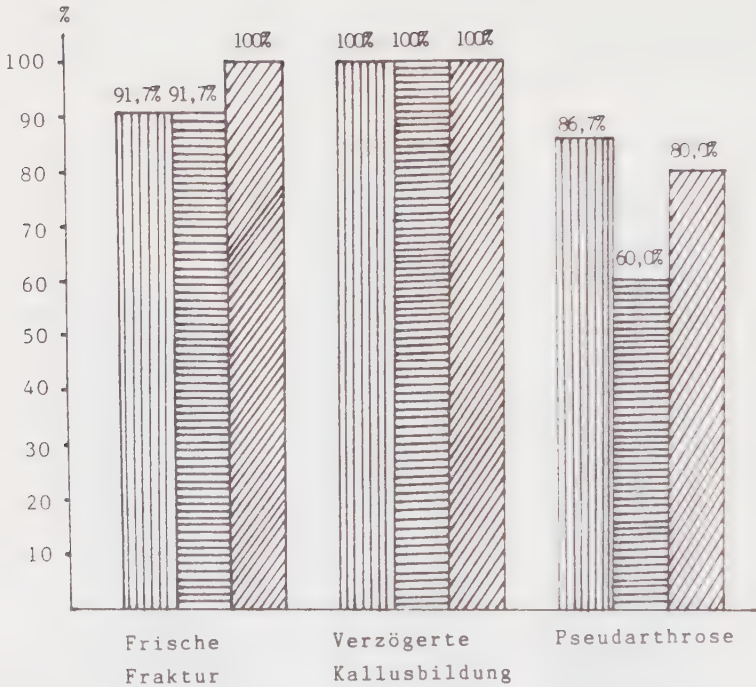
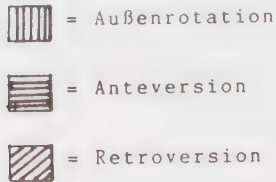


Abb. 13: Freie Bewegung im Schultergelenk bei Außenrotation, Anteversion und Retroversion



In Abb. 14 und Abb. 15 sind die Spätergebnisse von Patienten mit frischen Frakturen, verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bezüglich der freien Beweglichkeit im Ellbogengelenk in den verschiedenen Bewegungsebenen dargestellt.

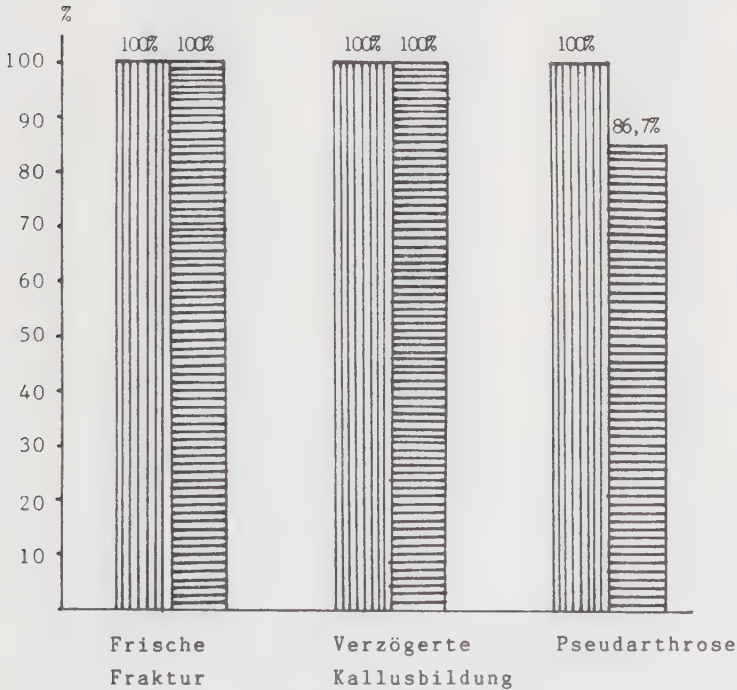


Abb.14: Freie Bewegung im Ellbogengelenk bei Pronation und Supination

 = Pronation
 = Supination

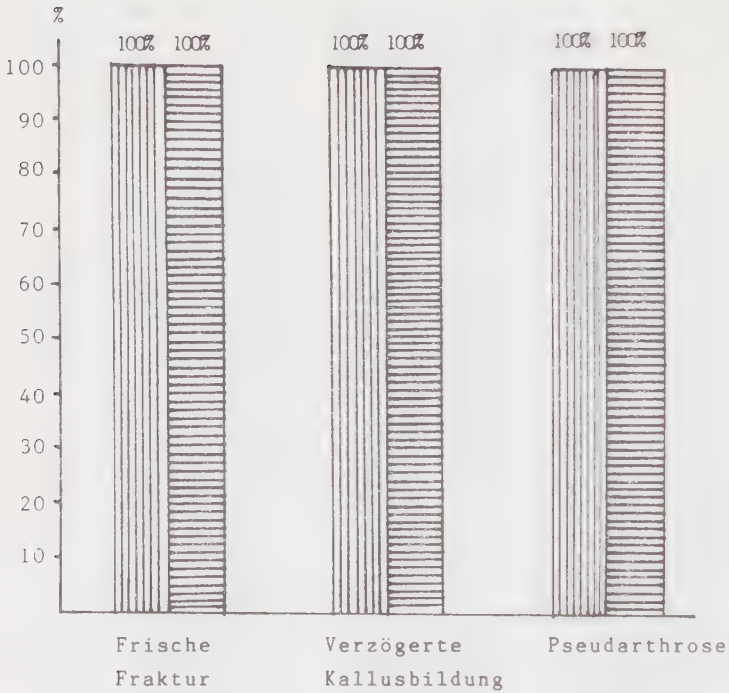


Abb. 15: Freie Bewegung im Ellbogengelenk bei Beugung und Streckung



= Beugung



= Streckung

Das Ausmaß der Bewegungseinschränkung im Schultergelenk in einer oder mehreren Ebenen zeigen Abb. 16 und Abb. 17. Bei 66,7% der Patienten mit operierten frischen Frakturen, bei 100% mit verzögerter Kallusbildung und bei 60% der Patienten mit einer Pseudarthrose bestand keine Bewegungseinschränkung im Schultergelenk.

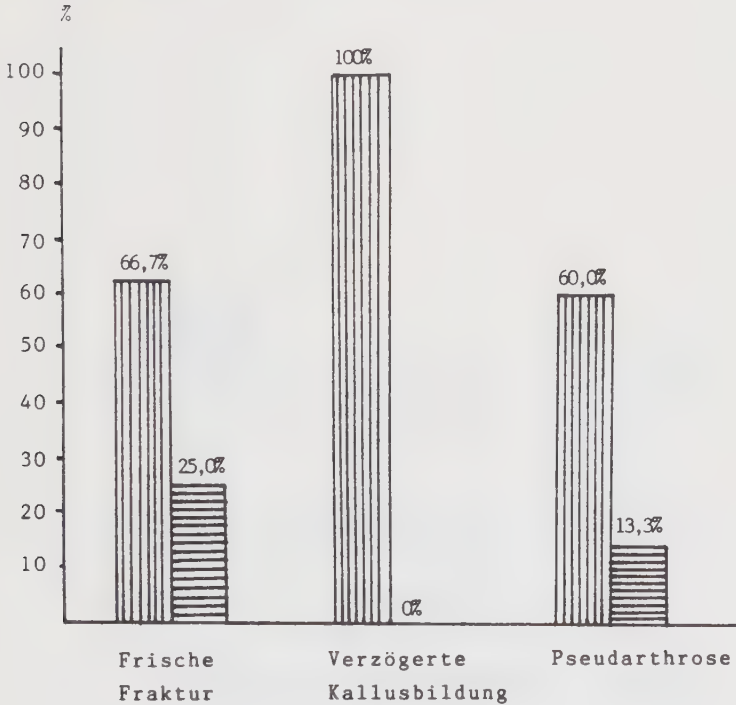


Abb. 16: Ausmaß der Bewegungseinschränkung im Schultergelenk in einer oder mehreren Ebenen



= Keine Einschränkung



= Einschränkung kleiner 20 Grad

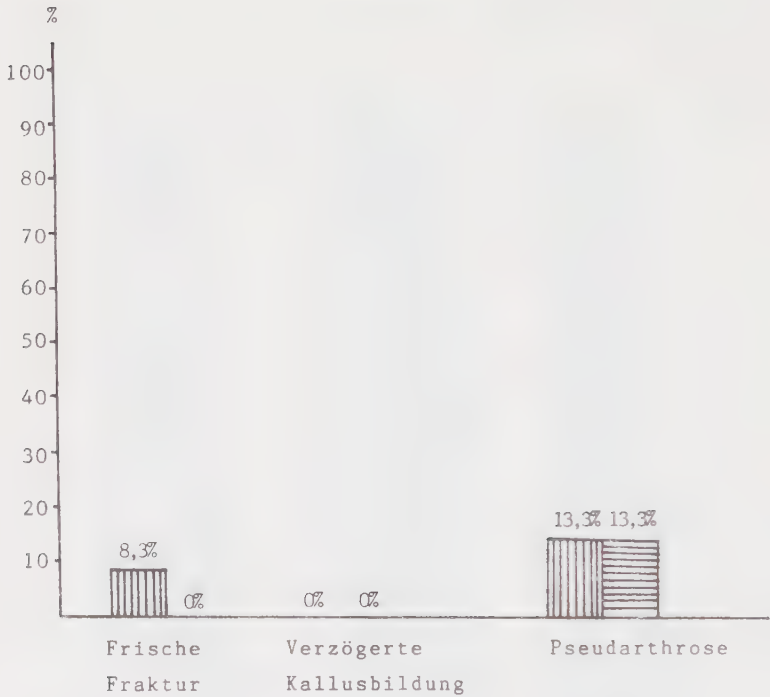


Abb.17: Ausmaß der Bewegungseinschränkung im Schultergelenk in einer oder mehreren Ebenen



= Einschränkung 20 bis 40 Grad



= Einschränkung größer 40 Grad

- Ergebnisse der Röntgennachuntersuchung

Abb. 18 und Abb. 19 zeigen eine Gegenüberstellung der Spätergebnisse von Patienten mit frischen Frakturen, verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bezüglich röntgenologischer Veränderungen.

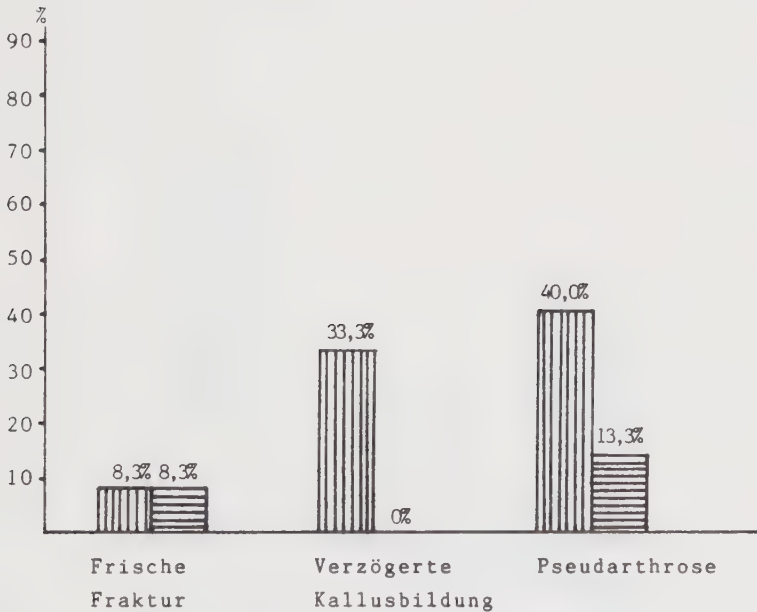


Abb.18: Achsenfehlstellungen und Arthrosen im AC- und SC-Gelenk

 = Achsenfehlstellung

 = Arthrose im AC- oder SC-Gelenk

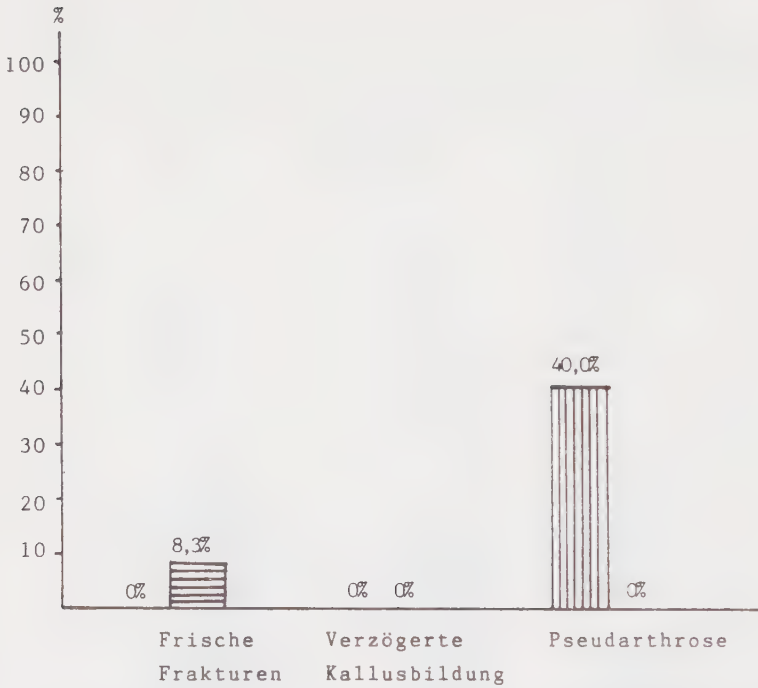


Abb. 19: Verlängerung oder Verkürzung des Knochens und verkalkte Bandstrukturen

 = Verlängerung oder Verkürzung des Knochens

 = Verkalkte Bandstrukturen

V. Diskussion

1. Lokalisation

Die Claviculafraktur stellt eine der häufigsten Frakturen am knöchernen Gerüst dar. Sie tritt mit einer Häufigkeit von 6 bis 16% im Vergleich zu anderen Frakturen auf (4). Die Schwachstelle des s-förmig geschwungenen Knochens liegt am Übergang vom mittleren zum äußeren Drittel. Diese Frakturlokalisation war auch bei unserem Krankengut am häufigsten.

Tab. 54: Lokalisation und Häufigkeit von Claviculafrakturen (31)

Mittleres Drittel	50 - 80 %
Distales Drittel	10 - 18 %
Proximales Drittel	2 - 10 %

Diese Häufigkeitsverteilungen stammen aus Statistiken, in welche auch die konservativ behandelten Fälle mit eingingen. In unserem Krankengut war das mittlere Drittel in 68% der Fälle betroffen. Das acromiale Drittel war in 32% der Fälle betroffen und eine Fraktur des sternalen Drittels fand sich bei unserem Krankengut nur in einem Fall. Die Seltenheit der sternalen Fraktur ergibt sich aus der Anatomie des Schlüsselbeins in diesem Bereich. Der Knochen ist hier sehr widerstandsfähig, denn er weist zum sternalen Ende hin eine Verdickung auf. Röntgenologisch zeigt sich die Solidität des sternalen Drittels an dem parallel zur Längsachse gerichteten Trabekelaufbau. Der sternale Anteil ist zudem durch starke Bänder am Thorax und am

Sternum fixiert. Außerdem ist er durch seine geschützte Lage direkten Krafteinwirkungen kaum ausgesetzt (25). Der mittlere Anteil hingegen ist mit seiner nach vorne konvexen Krümmung und seiner ungeschützten Lage bei Traumen besonders frakturgefährdet. Bei indirekten Traumen ist die Biegebeanspruchung am Übergang vom mittleren zum lateralen Drittel am größten. Der Knochen ist an dieser Stelle schwach, sodaß es hier leicht zu Frakturen kommen kann.

Der acromiale Knochenanteil nimmt eine Mittelstellung ein, da er von seiner Struktur her zwar robust ist, durch seine exponierte Lage jedoch Traumen im besonderen Maße ausgeliefert ist.

2. Ursachen

Während früher die häufigste Frakturursache ein Sport- oder Arbeitsunfall war, beobachtet man heute durch die starke Motorisierung ein deutliches Überwiegen der Claviculafrakturen durch Verkehrsunfälle.

Der Schlüsselbeinbruch tritt dann meist nicht mehr solitär auf, sondern es handelt sich oft um polytraumatisierte Patienten.

BLÖMER fand in 40% Verkehrsunfälle als Ursache, bei KO-HAUS liegt der Anteil sogar bei 71% (4,21).

Auch in unserem Krankengut überwiegen mit einem Anteil von 49% Verkehrsunfälle, gefolgt von den Sportunfällen mit 32%.

Die größte Rolle bei den Verletzungen im Straßenverkehr spielt der Autounfall. Es kommt dann zur Claviculafraktur als typische Gurtverletzung, aber auch durch direkten Aufprall kann es zur Fraktur kommen.

Als weitere Ursachen spielen Unfälle mit dem Fahrrad und dem Motorrad eine Rolle. Dabei kommt es durch einen Sturz

auf Arm oder Schulter über eine indirekte Kraftfortpflanzung oder durch eine direkte Krafteinwirkung auf das Schlüsselbein zur Fraktur.

Direkte Traumen sind häufiger als indirekte Traumen Ursache einer Claviculafraktur (10,11).

An einer Fraktur ursächlich beteiligte Sportarten sind z. B. Reiten, Fußball, Skifahren, Judo und Bergsteigen (12).

Als häufige Ursache im Kindesalter sind Frakturen durch Unfälle beim Spielen anzuführen. Unfälle im frühen Kindesalter spielen in unserem Krankengut keine Rolle, da bei Kindern nur sehr selten eine Indikation zur Operation gestellt wird (34).

3. Geschlechtsverteilung

Dem Geschlecht nach sind in unserem Kollektiv die Männer mit 64% gegenüber den Frauen mit 36% viel häufiger von einer Claviculafraktur betroffen. Das Überwiegen des männlichen Geschlechts wird von anderen Autoren bestätigt (34). Erklärt wird dies u. a. durch eine aktivere Teilnahme der Männer am Straßenverkehr und am Sport.

4. Altersverteilung

Die Altersverteilung zeigt ein deutliches Überwiegen der 15- bis 30-Jährigen. Frakturursachen in dieser Altersgruppe sind meist Sport- oder Verkehrsunfälle. Jenseits des 30. Lebensjahres ist der Anteil von Männern und Frauen ausgeglichener. Bei den Frauen spielen neben den Unfällen im Sport und Straßenverkehr auch die häuslichen Unfälle eine erwähnenswerte Rolle. Statistiken, die auch konservativ behandelte Fälle aufführen, zeigen, daß dort die Gruppe der Kinder zahlenmäßig eine sehr große Rolle spielt (4,13).

5. Nebenverletzungen

Die Schlüsselbeinfraktur wird häufig in Kombination mit anderen Verletzungen beobachtet. 29,3% unserer Patienten weisen solche Nebenverletzungen auf.

Dabei steht die Comotio cerebri mit 45,5% an erster Stelle. Daneben werden außerdem die verschiedensten Frakturen der oberen und unteren Extremitäten beobachtet, wobei die Verletzungen an den oberen Extremitäten einschließlich Thorax häufiger sind.

Die Claviculafraktur ist auch häufig mit anderen Verletzungen am Schultergürtel kombiniert. Bedeutsam sind dabei acromioclaviculäre und coracoclaviculäre Bandrupturen, sowie Frakturen der Scapula.

Neurologische und vaskuläre Schädigungen in Folge von Frakturen des Schlüsselbeins sind selten (4,27).

In unserem Kollektiv war es bei einem Patienten zu Armplexuslähmungen und Verletzung der Arteria subclavia durch eine Schlüsselbeinfraktur gekommen.

6. Indikation

Die Indikation zur Operation der Claviculafraktur soll streng gestellt werden, da unter konservativer Behandlung die Heilungstendenz äußerst gut ist (4).

Bei den frischen medialen und lateralen Frakturen zwingen oft stark dislozierte Fragmente zur Operation. Relativ häufig müssen Claviculafrakturen wegen einer drohenden Hautdurchspießung durch einen abgesprengten Knochensplitter operiert werden. Gefäß- oder Nervenverletzungen durch die Schlüsselbeinfraktur treten selten auf. Falls es jedoch zu solchen Mitverletzungen kommt, muß unter Umständen operiert werden. Selten wird auch eine Operation aus kosmetischen Gründen, bei bestimmten Nervenerkrankungen und bei polytraumatisierten Patienten erwogen.

Pseudarthrosen stellen vor allem dann eine Indikation zur Operation dar, wenn sie den Patienten Schmerzen bereiten oder sie in ihrer Bewegungsfreiheit einschränken. Heilen Claviculafrakturen nur zögernd, dann kann zunächst abgewartet werden, da es auch noch relativ spät zur knöchernen Heilung kommen kann. Meist bereitet die Fraktur jedoch Beschwerden, sodaß man sich bald zur Operation entschließt.

7. Operationsmethode

Zur Therapie der Claviculafrakturen sind heute allein 13 operative Verfahren bekannt (4). Diese große Zahl spiegelt eine gewisse Unsicherheit, welche bei der Wahl des geeigneten Operationsverfahrens herrscht, wieder. Durch die ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR OSTEOSYNTHESEFRAGEN (AO) wurde 1960 ein standartisiertes Osteosynthesematerial vorgestellt. Die AO gab auch für die Behandlung der Claviculafrakturen und Pseudarthrosen bestimmte Richtlinien an. Danach wurde empfohlen, die medialen Frakturen und Pseudarthrosen mit 5- bzw. 6-Loch Drittel- oder Halbbohrlplatten zu behandeln. Die Behandlung der Pseudarthrose soll mit der Anlage autologer Spongiosa bzw. Corticospongiosa an die Fraktur kombiniert werden.

Die laterale Fraktur wird mit der Zuggurtungsosteosynthese versorgt (28,2,5).

Die Plattenosteosynthese hat sich heute weitgehend durchgesetzt (14,39,23).

Verfahren wie die Kirschnerdrahtfixation oder die Rush-Pinnung sind in den Hintergrund getreten, obwohl verschiedene Autoren über gute Ergebnisse mit diesen Verfahren berichteten (34,27).

Die Plattenosteosynthese ist bei Claviculafrakturen auch in unserem Krankengut seit Jahren die Methode der Wahl.

Durch die AO-Platten wurden das Osteosynthesematerial und die Fixierungsmöglichkeiten erheblich verbessert (33). Die geraden Platten stellen in vielen Fällen keine optimale Lösung dar, da sie kaum eine anatomische Rekonstruktion der s-förmig geschwungenen Clavicula gestatten. Eine Anmodellierung der geraden Platten gestaltet sich oft schwierig und die Folge sind oft Begradigungen, Verkürzungen oder Verlängerungen der operierten Clavicula. Eine Anpassung der herkömmlichen Platten ist nur bei ventraler Anlage an den Knochen möglich.

Zu fordern wäre eine Platte, die dem Knochen exakt angepaßt werden kann und an der Oberseite der Clavicula zu liegen kommt, da von dort aus die Schrauben besser zu fixieren sind und diese Plattenlage bei hängendem Arm der Zugspannungsseite entspricht (31).

In unserem Krankengut zeigt auch die in früheren Jahren durchgeführte Methode der intramedullären Markdrahtung gute Ergebnisse.

Um der anatomischen Form des Schlüsselbeins gerecht zu werden, werden schon seit einiger Zeit fertig vorgegebene Platten angeboten, wie die s-förmige Halbrohrplatte von MEVES (26).

Auch die BALSERPLATTE versucht durch ihre Form den anatomischen Verhältnissen näher zu kommen. Sie kann bei lateralen Frakturen verwendet werden (3).

Neben diesen werden noch andere formadaptierte Platten angeboten. Diese können jedoch alle den individuellen Unterschieden in Form, Länge und Dicke der Clavicula nicht voll gerecht werden (18).

Diese Forderungen bei gleichzeitig ausreichender Steifigkeit erfüllt am weitgehendsten die Rekonstruktionsplatte. Sie kann in drei Ebenen gebogen werden und Spanngleitlöcher erlauben eine axiale Kompression der Knochenfragmente. Nach den Angaben HIERHOLZERS gewährt dabei die

Rekonstruktionsplatte mit halbmondförmigen Profil mehr Stabilität als die rechteckige. Die Fixierung erfolgt mit Kleinfragmentschrauben, wobei mindestens drei kleine Corticalisschrauben ein Hauptfragment fassen sollten (35). Die verwendeten Rekonstruktionsplatten besitzen zwischen 7 und 9 Locher.

Die laterale Fraktur wird mit der Zuggurtungsosteosynthese versorgt (28,2,5). Sie hat sich bei unseren Patienten bewährt.

Neben der Zuggurtungsosteosynthese erscheint auch die kleine T-Platte aus dem Kleinfragmentinstrumentarium als geeignet (33,17).

Bei der Behandlung der medialen Pseudarthrosen standen bei unseren Patienten zwei Behandlungsverfahren im Vordergrund: Die Markraumschienung mit einem überdicken Kirschnerdraht und die Plattenosteosynthese mit 5- oder 6-Loch Drittel- bzw. Halbrohrplatten. Die früher geübte Methode der Markdrahtung wurde später von der Plattenosteosynthese abgelöst.

Die Behandlung der lateralen Pseudarthrosen erfolgte mit der transartikulären Kirschnerdrahtfixation und später mit der Zuggurtungsosteosynthese. In einigen Fällen war die Resektion der lateralen Pseudarthrose notwendig. Die Patienten mit behandlungsbedürftigen Pseudarthrosen wurden fast ausnahmslos von auswärtigen Kliniken oder Ärzten überwiesen. Alle Patienten waren auswärts ein- oder mehrfach voroperiert worden.

Ein wichtiger Bestandteil bei der Behandlung von Pseudarthrosen und Frakturen mit verzögerter Kallusbildung ist die Anlage autologer Spongiosa bzw. Corticospungiosa an die Frakturstelle.

Bei durchgeführter Plattenosteosynthese wurden die corticospungiosen Späne meist durch Schrauben fixiert, in einzelnen Fällen auch mit Fäden oder Drahtcerclagen.

Die Späne wurden zum Teil eingefalzt oder als gerade Späne der Pseudarthrose angelagert. Sehr bewährt hat sich die Verwendung von T-Spänen, die mit Spongiosa unterfüllt werden. Sie schienen die Pseudarthrosen und füllten gleichzeitig die Lücke zwischen den Fragmentenden aus. Sie zeigen eine gute Tendenz zum Einbau in den Knochen, wobei die autologe Spongiosa die osteogenetischen Vorgänge im Knochen unterstützt. Die autologe Spongiosa bzw. Corticospongiosa wird am besten aus dem Beckenkamm entnommen. Die früher zum Teil verwendeten Tibiaspäne haben den Nachteil, daß es durch die Spanentnahme zu einer zusätzlichen Immobilisierung des Patienten kommt.

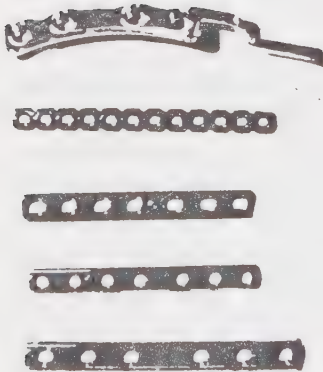


Abb.20: Gängige Implantate zur Behandlung einer Claviculafraktur bzw. Claviculapseudarthrose



Abb. 21: Die 3,5-mm DC-Rekonstruktionsplatte der AO zur Osteosynthese der Claviculafraktur (17)

8. Postoperative Komplikationen

Zu postoperativen Komplikationen kam es bei 14,7% unseres Gesamtkollektivs. Davon kam es bei 3 Patienten zu einer Drahtwanderung durch die Haut. Eine Drahtwanderung in Richtung Mediastinum, wie in der Literatur beschrieben, konnte bei unseren Patienten nicht beobachtet werden. Des weiteren traten Wundheilungsstörungen, in zwei Fällen eine Osteomyelitis, Nahtdehiszenzen und in je einem Fall eine Plexusirritation durch den angelagerten Span und ein Wundhämatom auf.

9. Nachbehandlung

Zur postoperativen Ruhigstellung wurde nach Plattenosteosynthesen, Zuggurtungen und vor allem Markdrahtungen für 6 Wochen ein Thoraxabduktionsgips angelegt, der nach dieser Zeit zur Gipsschale geschnitten wurde. Aus der Gipsschale heraus konnte dann mit krankengymnastischen Übungen begonnen werden.

Zahlreiche Autoren halten die Plattenosteosynthese für

ein übungsstabiles Verfahren und verzichten deshalb auf eine längere Ruhigstellung. Die Gefahr der Plattenlockerung oder des Plattenbruchs durch zu frühzeitige Belastung und Bewegung muß jedoch beachtet werden (23). Die intramedulläre Markschienung ist auf keinen Fall übungsstabil, da durch sie keine Rotationsstabilität gewährleistet ist. Hier ist in jedem Fall für eine postoperative Ruhigstellung zu sorgen (22).

10. Spätergebnisse

Verschiedene Kriterien sind verantwortlich für die Beurteilung des Operationserfolges durch den Patienten. Allen gemeinsam ist ein besseres Spätergebnis der frisch operierten Frakturen gegenüber den Frakturen mit verzögerter Kallusbildung. Diese wiederum schneiden im Spätergebnis besser ab als die operierten Pseudarthrosen.

Die funktionelle Wiederherstellung des Schlüsselbeins ist ein wichtiger Bestandteil für die normale Beweglichkeit im Schultergelenk. Damit eng verknüpft ist die Fähigkeit des Patienten, seinen Beruf weiter auszuführen und in seiner Freizeit früher geübte Sportarten weiter zu betreiben. Gerade hier zeigt sich, daß es sich bei der Claviculapseudarthrose um eine langwierige Erkrankung handelt. Bei den Patienten ist es zu einem Arbeitsausfall im Beruf von Monaten bis zu maximal ein- einhalb Jahren gekommen. In insgesamt 4 der erfaßten Fälle mußte im Verlauf der Erkrankung an einer Claviculapseudarthrose der Beruf gewechselt werden.

Zwischen den einzelnen Operationsmethoden zeigen sich keine großen Unterschiede im Bezug auf die Qualität der funktionellen Spätresultate. Das verwendete Osteosynthesematerial gibt hier nicht allein den Ausschlag über

den zu erwartenden Operationserfolg. Andere Faktoren, wie etwa die Erfahrung des Operateurs mit der entsprechenden Methode, Art und Intensität der Nachbehandlung, Komplikationen während und nach der Operation beeinflussen das Spätergebnis.

Die funktionelle Beeinträchtigung von Bewegungen im Schultergelenk kann in allen Ebenen auftreten. Weniger stark betroffen ist jedoch meist die Fähigkeit zur Außenrotation und Retroversion. Einschränkungen der Beweglichkeit im Ellbogengelenk spielen kaum eine Rolle.

Persistierende Gefühlsstörungen und Schmerzen am betroffenen Schlüsselbein können Folge einer Nervenirritation durch überschießende Kallusbildung, einer Arthrose im Acromioclaviculargelenk oder einer persistierenden Pseudarthrose sein. Relativ häufig werden auch Sensibilitätsstörungen über der Narbe angegeben. Hier liefert die sagittale Inzision bessere Ergebnisse als die herkömmliche longitudinale Schnittführung. Der Sagittalschnitt folgt den LANGER'SCHEN Hautlinien und es kommt in seinem Verlauf zu einer geringeren Verletzung der sensiblen Hautäste des Nervus infraclavicularis (18).

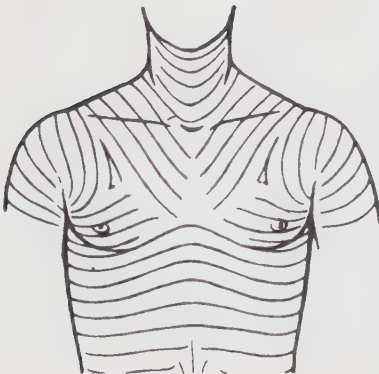


Abb. 22: LANGER-Hautlinien
(17)



Abb.23: Schematische Darstellung der sensiblen
Nn. supraclaviculares (17)

Ein knöcherner Durchbau konnte bei allen frischoperierten Frakturen und bei allen Frakturen mit verzögerter Kallusbildung erreicht werden. Bei den operierten Pseudarthrosen konnte in zwei Fällen kein knöcherner Durchbau erzielt werden. In beiden Fällen wurde eine intramedulläre Markdrahtung mit einer corticospongiösen Spanplastik kombiniert. Die Späne wurden dabei der Fraktur angelagert und mit Cerclagen fixiert. Die Kombination von intramedullärer Drahtung und Cerclage muß als ungünstig bewertet werden, da sowohl die intramedulläre als auch die periostale Blutversorgung des Knochens durch Beschädigung der Blutgefäße beeinträchtigt wird.

Die Frakturheilung kann dadurch gestört werden.

Das Auftreten von Achsenfehlstellungen der Clavicula nach abgeschlossener Frakturheilung weist keine strenge Korrelation im Sinne einer Verschlechterung der Funktion auf. Nur schwere Achsenfehlstellungen beeinträchtigen die Funktion.

Eher unbefriedigend sind die Spätergebnisse der Narbenverhältnisse. Häufig wird eine kosmetisch störende Kelloidbildung beobachtet. Hier zeigt die sagittale Inzision, welche auch bei unseren Patienten in den letzten Jahren durchgeführt wurde, bessere Ergebnisse als die longitudinale Schnittführung.

11. Schlußfolgerung

Bezüglich der in der Einleitung gestellten Fragen kann folgendes festgehalten werden:

- Bei strenger Indikationsstellung werden vor allem stark dislozierte mediale und laterale Claviculafrakturen operiert. Begleitverletzungen von Gefäßen und Nerven können eine Operation unumgänglich machen. Bei den Pseudarthrosen ist es oft die dauerhafte, schmerzhafteste Bewegungseinschränkung, die eine operative Behandlung notwendig macht.
- Für die Behandlung der medialen Frakturen und medialen Pseudarthrosen eignen sich bevorzugt Rekonstruktionsplatten. Für die lateralen Frakturen und lateralen Pseudarthrosen ist die Zuggurtungsosteosynthese die Methode der Wahl. In bestimmten Fällen kann auch die Resektion des lateralen Anteils angezeigt sein. Die Therapie der Pseudarthrosen wird momentan mit der Anlage eines corticospongiösen T-Spans durchgeführt.

- Die Spätergebnisse im Sinne von knöcherner Heilung, Funktion und subjektiver Beschwerdefreiheit sind sehr zufriedenstellend. Es wird jedoch auch sichtbar, daß bei Vorliegen einer Pseudarthrose mit schlechteren Spätergebnissen gegenüber frischen Frakturen gerechnet werden muß. Frakturen mit verzögerter Kallusbildung nehmen hierbei weitgehend eine Zwischenstellung ein.

VI. Zusammenfassung

- Die Claviculafraktur tritt vor allem am Übergang vom medialen zum lateralen Drittel auf.
- Betroffen sind häufiger Männer als Frauen, vor allem im 2. und 3. Lebensjahrzehnt.
- Die häufigste Ursache sind Unfälle im Straßenverkehr.
- Als Begleitverletzung ist die Commotio cerebri am häufigsten anzutreffen.
- Operationsmethoden der Wahl sind die Plattenosteosynthese und die Zuggurtungsosteosynthese.
- Verzögert geheilte Frakturen und Pseudarthrosen werden zusätzlich mit einer corticospongiösen Spanplastik (z. B. T-Span) versorgt.
- Mehrfache Voroperationen, mangelhafte und instabile Osteosynthesemethoden, starke Achsenfehlstellungen, Wund- und Knocheninfektionen, lange Gipstragezeiten und das Vorliegen einer Pseudarthrose oder Fraktur mit verzögerter Kallusbildung stellen ungünstige Voraussetzungen für ein gutes Spätergebnis dar.

VII. Literaturverzeichnis

- 1) Albrecht F., Die Claviculafraktur - Therapie und Komplikationen, Hel. Chir. Acta 48, 571 (1981)
- 2) Bako G., Operative Behandlung von Schlüsselbeinbrüchen, Zbl. Chir. 90, 2075 (1965)
- 3) Balser D., Eine neue Methode zur operativen Behandlung der Luxatio acromioclavicularis completa, Persönliche Mitteilung (1976)
- 4) Blömer J., Muhr G., Ergebnisse konservativ und operativ behandelter Schlüsselbeinbrüche, Msch. Unfallheilkunde 80, 237 (1977)
- 5) Bronz G., Die stabile Claviculaosteosynthese, Msch. Unfallheilkunde 84, 319 (1981)
- 6) De Palma AF, Surgery of the Shoulder, 2nd. edn. Lippincott, Philadelphia (1973)
- 7) Ecke H., Operativ und konservativ behandelte Brüche von Claviculafrakturen, Akt. Traumat. 4, 69 (1974)
- 8) Eliason E. L., J. Amer. Med. Ass. 91 (1974)
- 9) Ewerwahn W. J., Msch. Unfallheilkunde 66, 344 (1963)
- 10) Franke K., Traumatologie des Sports, Thieme-Verlag Stuttgart (1980)
- 11) Gaertner W., Ergebnisse operativer und konservativer Schlüsselbeinbruchbehandlungen, Zbl. Chir. 80, 348 (1955)
- 12) Galle P., Zur Behandlung der Pseudarthrose des Schlüsselbeins, Msch. Unfallheilkunde 74, 478 (1971)
- 13) Haider A. Y., Dissertation Geschichte der Osteosynthese, Berlin (1977)
- 14) Hasselmann W., Die sog. posttraumatische Osteolyse des lateralen Claviculaendes, Msch. Unfallheilkunde 58, 242 (1955)
- 15) Heberer G., Indikation zur Operation, Springer-Verlag Berlin (1981)

- 16) Heim U., Pfeiffer K. M., Periphere Osteosynthese, Springer-Verlag, Berlin (1972)
- 17) Hierholzer G., Beiheft zur Zeitschrift Unfallheilkunde 160, Springer-Verlag, Berlin (1982)
- 18) Heß W., Dissertation Claviculaverletzungen - Die Problematik ihrer Therapie ..., Berlin (1971)
- 19) Jacobs P., Posttraumatic osteolysis of the outer end of the clavicle, J. Bone Joint Surg. 463, 705 (1964)
- 20) Knöfler H., Msch. Unfallheilkunde 66, 360 (1963)
- 21) Kohaus H., Sasse W., Claviculafraktur - Indikation zur konservativen und operativen Behandlung, Deut. Zeitschrift für Sportmedizin 4, 114 (1980)
- 22) Koch F., Die Claviculapseudarthrose - ihre Entstehung und Behandlung, Msch. Unfallheilkunde 74, 330 (1971)
- 23) Koslowski L., Lehrbuch der Chirurgie, Stuttgart (1982)
- 24) Lexer E., Über die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantationen, Langenbecks Arch. Klin. Chir. 119, 520 (1922)
- 25) Matti H., Die Knochenbrüche und ihre Behandlung, Springer-Verlag 2. Aufl., Berlin (1931)
- 26) Meves H., Stabile und funktionsgerechte Osteosynthese von Claviculafrakturen und -pseudarthrosen mit einer neuen Kompressionsplatte, Acta Chir. Austriaca 4, 78 (1973)
- 27) Mohr K. U., Indikation und Methode der operativen Wiederherstellung der Clavicula, Med. Welt 13, 577 (1970)
- 28) Müller M., Manual der Osteosynthese, Springer-Verlag, Berlin (1977)
- 29) Murphy O. B., Post-traumatic osteolysis of the distal clavicle, Clin. Orthop. 109, 108 (1975)

- 30) Neer C. S., Fractures of the Distal Third of the Clavicle, Clin. Orthop. 58, 43 (1968)
- 31) Pannike A., Beiheft zur Zeitschrift Unfallheilkunde, 160, Springer-Verlag (1982)
- 32) Platzer W., Taschenatlas der Anatomie, Bd. 1, Thieme-Verlag Stuttgart (1979)
- 33) Rabenseifner L., Zur Ätiologie und Therapie bei Schlüsselbeinpseudarthrosen, Akt. Traumatol. 11, 130 (1981)
- 34) Refior H. J., Die Claviculafraktur und ihre Behandlung, Msch. Unfallheilkunde 73, 257 (1970)
- 35) Rehn J., Beiheft zur Zeitschrift Unfallheilkunde, 160, Springer-Verlag (1982)
- 36) Reifferscheid M., Lehrbuch der Chirurgie, Thieme-Verlag Stuttgart (1983)
- 37) Rush L., Atlas der intramedullären Frakturfixation nach Rush, München (1957)
- 38) Schautz R., Wilhelm A., Der Chirurg 34, 154 (1963)
- 39) Steffelaer H., Sekundäre Plattenosteosynthesen an der Clavicula, Arch. orthop. Unfall-Chir. 79, 75 (1974)
- 40) Sobotta J., Atlas der Anatomie des Menschen, Bd. 1, München (1972)
- 41) Walcher K., Claviculafrakturen, Therapie der Pseudarthrosen, Hefte Unfallheilkunde 114, 187 (1973)
- 42) Weber B., Pseudarthrosen - Pathophysiologie, Biomechanik, Therapie, Ergebnisse, Stuttgart (1973)
- 43) Zenni E., Open reduction and internal fixation of clavicular fractures, J. of Bone and Joint Surg. (1981)

Lebenslauf

Name:	Josef Leitl
Geburtstag:	15.10.1959 in Palling
Eltern:	Johann Leitl Katharina Leitl, geb. Fußeder
Schul Ausbildung:	
1966 - 1970	Volksschule in Palling
1970 - 1976	Chiemgau-Gymnasium in Traunstein
1976 - 1979	Landschulheim Schloß Ising (Abitur)
Bundeswehr:	
Juli 1979 - April 1980	Grundwehrdienst
Studium:	
Mai 1980	Beginn des Medizinstudiums an der Universität München
März 1982	Physikum
März 1983	1. Staatsexamen
März 1985	2. Staatsexamen
April 1985 - März 1986	Praktisches Jahr
Mai 1986	3. Staatsexamen
9.6.1986	Approbation zum Arzt
Juni 1986 - Okt. 1986	Restwehrdienst

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. Keyl für die
freundliche Überlassung dieses Themas sowie für die
Betreuung meiner Arbeit.

